



Universitat de Lleida  
Escola Tècnica Superior  
d'Enginyeria Agrària

# Estudi tècnic-econòmic sobre la biomassa d'origen forestal i els seus aprofitaments energètics a Catalunya.

---

ETSEA



**Treball Pràctic Tutorat**

**Titulació:** Enginyeria Tècnica Forestal en Explotacions Forestals

Lleida, Juliol de 2013

**Autor:** David Aguilà i Moleon

**Tutor:** Antonio Colom i Gorgues

## Agraïments

Voldria agrair amb total sinceritat, l'ajuda de totes aquelles persones que han fet possible l'elaboració d'aquest treball pràctic tutorat.

En primer lloc, donar les gràcies al tutor Antonio Colom i Gorgues per la seva màxima disponibilitat i atenció per ajudar i resoldre tots aquells dubtes que han anat sorgint, i pel tracte amistós i amable que sempre manté amb el seu alumnat.

També voldria donar les gràcies a la professora Montserrat Viladrich i al professor Ramon Canela pel seu ajut i la seva disposició.

El més sincer agraïment als professionals Francesc Cano, enginyer tècnic forestal de la Cerdanya, Xavier Solanes membre de l'empresa Enerfust i del Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Mireia Codina enginyera tècnica del Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, i Joan Castillero treballador de calderasonline.com, per la seva dedicació i paciència, i per haver-me facilitat la informació necessària per poder dur a terme aquest projecte.

Finalment vull donar les gràcies a la meva família, ja que sense ells res de tot això seria possible.

## MEMÒRIA

<b>0. INTRODUCCIÓ.....</b>	<b>1</b>
<b>1. OBJECTIUS DEL TPT.....</b>	<b>1</b>
<b>2. LA BIOMASSA.....</b>	<b>2</b>
2.1 DEFINICIONS DE BIOMASSA.....	3
2.2 FONTS DE BIOMASSA.....	5
2.3 CARACTERÍSTIQUES DE LA BIOMASSA.....	8
2.4 PRETRACTAMENTS DELS COMBUSTIBLES.....	11
2.4.1 REDUCCIÓ CONTINGUT HUMITAT.....	12
2.4.2 DENSIFICACIÓ.....	15
2.4.3 REDUCCIÓ GRANULOMÈTRICA.....	18
2.5 APLICACIONS ENERGÈTIQUES BIOMASSA.....	21
2.5.1 TECNOLOGIES DE TRANSFORMACIÓ.....	21
2.5.2 TIPUS DE GENERACIÓ D'ENERGIA SITUACIÓ ACTUAL A CATALUNYA.....	23
2.5.3 PLA DE L'ENERGIA I CANVI CLIMÀTIC DE CATALUNYA.....	29
2.6 TIPUS DE BIOCOMBUSTIBLES FORESTALS.....	31
2.6.1 LLENYA.....	31
2.6.2 ESTELLA.....	33
2.6.3 PÈL·LET.....	35

2.6.4	BRIQUETES.....	37
2.7	LOGÍSTICA D'APROFITAMENT BIOMASSA FORESTAL.....	39
2.7.1	CONSEQÜÈNCIES TRACTAMENT INADEQUAT.....	40
2.8	BENEFICIS ÚS BIOMASSA FORESTAL.....	41
2.8.1	BENEFICIS SOCIALS.....	41
2.8.2	BENEFICIS AMBIENTALS.....	41
2.8.3	BENEFICIS ECONÒMICS.....	42
2.8.4	INCONVENIENTS ÚS BIOMASSA FORESTAL.....	43
2.9	TIPUS DE CALDERES DE BIOMASSA.....	44
2.9.1	TIPUS INSTAL·LACIONS SEGONS POTÈNCIA.....	44
2.9.2	TIPUS CALDERES SEGONS COMBUSTIBLE.....	50
2.9.3	TIPUS CALDERES SEGONS TECNOLOGIA.....	51
2.9.4	ASPECTES A TENIR EN CONSIDERACIÓ A L'HORA D'ELEGIR UNA CALDERA.....	52
3.	<b>PRINCIPALS ESDEVENIMENTS A CATALUNYA.....</b>	<b>53</b>
3.1	II FIRA DE LA BIOMASSA A CATALUNYA, VIC.....	53
3.2	JORNADES DE LA BIOMASSA EL PONT DE SUERT.....	59
3.3	VISITA A LA FIRA DE L'OLI DE BORGES.....	61
4.	<b>ESTUDI DE CASOS.....</b>	<b>62</b>
4.1	CAL FLUIXET, 1471m.....	62

4.2 HOTEL DEL LAGO, 1202m.....	63
4.3 HOTEL ROCA, 1158m.....	64
<b>5. SIMULACIÓ, ESTUDI DE RENDIBILITAT.....</b>	<b>65</b>
5.1 HABITATGE UNIFAMILIAR.....	67
5.2 HOTEL.....	80
<b>6. CONCLUSIONS I RECOMANACIONS GENERALS.....</b>	<b>91</b>
6.1 ENERGIA TÈRMICA.....	91
6.2 ENERGIA ELÈCTRICA.....	92
6.3 PRINCIPALS ESDEVENIMENTS A CATALUNYA.....	92
6.4 ESTUDI DE CASOS.....	92
6.5 RENDIBILITAT ECONÒMICA SIMULACIONS.....	93
 <b>ANNEXES DE LA MEMÒRIA</b>	
GRÀFICS I TAULES DE LES SIMULACIONS.....	96
HABITATGE UNIFAMILIAR.....	96
HOTEL.....	101
FOTOGRAFIES PRINCIPALS ESDEVENIMENTS.....	107
FIRA DE L'OLI DE BORGES BLANQUES.....	107
JORNADES DEL PONT DE SUERT.....	108
II FIRA DE LA BIOMASSA A CATALUNYA, VIC.....	109
BUTLLETES PUBLICITÀRIES FIRA DE VIC.....	113

## 0. Introducció.

Es redacta el present Treball Pràctic Tutorat (TPT) per part de l'estudiant de primer cicle d'Enginyeria Tècnica Forestal en Explotacions Forestals (ETEF) David Aguilà i Moleon, amb l'objectiu de presentar i defensar-lo, per la seva aprovació, i l'obtenció del títol acadèmic corresponent.

Es tracta d'un treball d'investigació i d'anàlisi del sector de la biomassa d'origen forestal i els seus aprofitaments, dins del territori de Catalunya.

## 1. Objectius del TPT.

Amb la consecució d'aquest TPT, es pretén l'objectiu general d'estudiar i analitzar des del punt de vista tècnic i econòmic, el sector i les activitats productives relacionades amb la biomassa forestal i els seus aprofitaments, dins del territori de Catalunya.

Com objectius específics es plantegen:

- a. Estudiar i analitzar el tema de la biomassa d'origen forestal i els seus aprofitaments, amb una aproximació tècnica i científica per tal d'arribar a una actualització temàtica.
- b. Estudiar i analitzar els aspectes pràctics sobre manipulació i obtenció d'energia a partir de biomassa d'origen forestal.  
Estudiar diferents casos d'ús de biomassa forestal en determinades instal·lacions a Catalunya, i obtenir informació de les principals trobades i jornades tècniques de la temàtica en l'actualitat, dins del territori català.
- c. Estudiar i analitzar els aspectes socioeconòmics pel que fa als aprofitaments de la biomassa d'origen forestal, arribant a resultats de rendibilitat corresponents.



Font: [Energiameremotriu.wordpress.com](http://Energiameremotriu.wordpress.com).

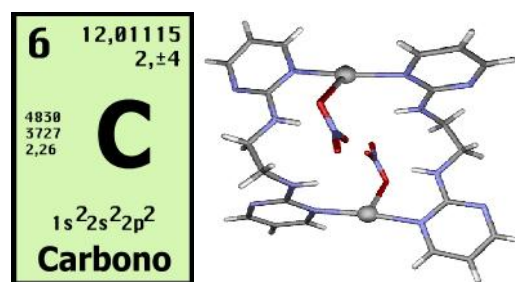
## 2. La Biomassa.

La biomassa és una font important d'energia que pot contribuir a solucionar el dèficit energètic actual del nostre planeta, ja que és renovable, barata, relativament neta (com a mínim, més que la procedent dels combustibles fòssils) i necessita tecnologies poc complexes.

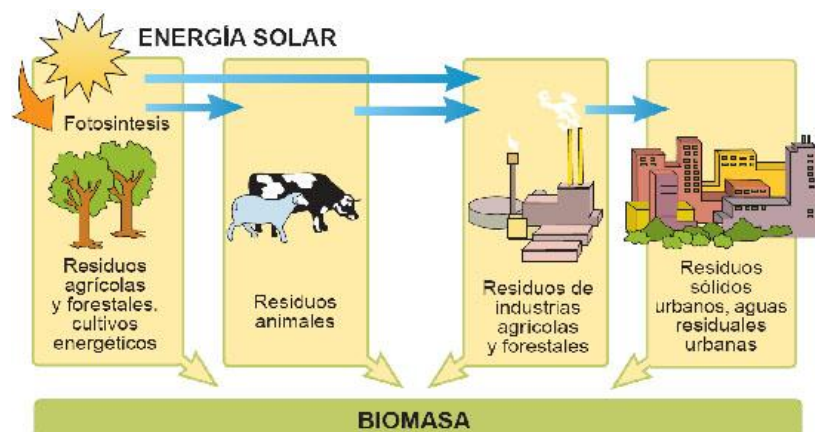
És proporcionada per una gran diversitat de productes, entre els quals s'inclouen els forestals (llenya, fusta o rebuigs de fusta), deixalles agrícoles (palla), deixalles animals (excrements procedents de granges) i escombraries (paper, cartró, restes d'aliments), i els cultius agrícoles destinats a la producció d'energia (Canya de sucre, blat, festuca alta etc).

L'energia de la biomassa està continguda en els enllaços químics d'alta energia presents a la matèria viva. Per tant, qualsevol ésser viu, o les seves restes, constitueixen una font potencial d'energia que es pot alliberar i utilitzar directament o després d'un tractament previ.

Està composta, bàsicament, per polímers complexos de carboni, hidrogen, oxigen, nitrogen, sofre en baixes proporcions i elements inorgànics.



L'aspecte renovable solament permet entendre una fracció d'una part, ja que s'ha de considerar la producció de residus que deriven de compostos orgànics naturals que són transformats industrialment, i que, per tant, no sempre són naturals.



Font: Comisión Nacional de l'Energía de Chile.

## **2.1 Definicions de Biomassa.**

### Reglamentació de la Unió Europea.

#### ***Directiva 2001/77/CE***

Directiva del 27 de setembre del 2001, relativa a la promoció de l'electricitat produïda a partir de fonts d'energia renovables en el mercat intern de l'electricitat.

La "biomassa" és la fracció biodegradable dels productes, residus i substàncies de rebuig provinents de l'agricultura (incloses substàncies animals i vegetals), de la silvicultura i de les indústries connectades, així com la fracció biodegradable dels residus industrials i municipals.

#### ***Definició de biomassa segons la Especificació Tècnica Europea CEN/TS 14588***

"Tot material d'origen biològic excloent aquells que han estat englobats en formacions geològiques sotrint un procés de mineralització" .

### Legislació i normativa Espanyola.

***Llei 2/2007, del 27 de març de foment de les energies renovables i l'estalvi i l'eficiència energètica. En l'article 2 apareix:***

Biomassa: "Conjunt de matèria orgànica renovable, d'origen vegetal, animal o provinent de la transformació natural o artificial de la mateixa".

***Ordre ITC/1522/2007 del 24 de maig, en la qual s'estableix una regulació de la garantia de l'origen de l'electricitat provinent de fonts d'energia renovables.***

"La biomassa és la fracció biodegradable dels productes, residus o substàncies de rebuig provinents de l'agricultura ( ja siguin d'origen animal o vegetal), o provinents de la silvicultura i les indústries relacionades, així com la fracció biodegradable dels residus industrials i municipals, sempre i quan aquesta fracció biodegradable sigui quantificable de forma objectiva".

### Real Acadèmia Espanyola (RAE)

El diccionari de la llengua espanyola presenta dues breus definicions de biomassa.

0. f. Biol. Matèria total dels éssers que viuen en un lloc determinat, expressada en pes per unitat de superfície o volum.
1. f. Biol. Matèria orgànica originada en un procés biològic, espontani o provocat, utilitzable com a font d'energia.



### ONU

En l'annex 18 de la executive board del "clean development mechanism" considera la biomassa renovable si es compleix una de les següents opcions:

- La biomassa prové de zones forestals que es mantenen. Les pràctiques de gestió sostenible poden mantenir un stock de carboni que no disminueixi de forma constant en el temps. Les reglamentacions forestals nacionals o regionals han de ser respectades.
- La biomassa, que no és fusta, provinent de superfícies cultivades o de pastura que es mantenen o són reconvertides en boscos.
- Els residus de la biomassa recollida no han d'impactar sobre el stock de carboni local (arbres morts, fullaraca, carboni orgànic del sòl de la superfície recollida). Aquests són residus de la producció agrícola que haurien estat utilitzats o enviats a abocadors, però normalment els romanents no queden en el lloc de la explotació forestal i participen en el manteniment del contingut en carboni dels sòls.

### IDAE (Institut per la diversificació i l'estalvi d'energia)

Productes obtinguts a partir de matèria orgànica per a produir energia. Una definició que engloba materials de diversos orígens i característiques. Es pot considerar biomassa, els residus d'aprofitaments forestals i cultius agrícoles, residus de podes de jardins, residus d'indústries agroforestals, cultius amb finalitats energètiques, combustibles líquids derivats de productes agrícoles (els denominats biocarburants), residus d'origen animal o humà etc.



Font: [www.gencat.cat](http://www.gencat.cat)

## **2.2 Les fonts de biomassa.**

La biomassa que s'utilitza, actualment, amb finalitats energètiques té diferents orígens:

- **Residus agrícoles:** Són restes de conreus, herbacis o llenyosos, com ara palla, tiges de gira-sol o canyes de blat de moro, i residus generats en la indústria agroalimentària i agrícola, fabricació d'oli d'oliva, indústries vinícoles, fabricació de fruits secs, etc.



- **Subproductes derivats de la indústria de la fusta:** Primàries (arbre o tronc processat directament) o secundàries (processen la fusta ja elaborada en les indústries de primera transformació).



- **Restes forestals (biomassa forestal primària):** Material provinent de treballs silvícoles de millora de les masses forestals, desbrossament de matoll, creació de tallafocs, aprofitaments comercials, elaboració de perímetres de protecció prioritària, etc.



- **Residus de fusta recuperada:** Derivats de totes les activitats econòmiques i socials del món forestal, com per exemple la construcció d'edificis, la demolició, palets, etc.



- **Cultius energètics:** Vegetació de creixement ràpid (herbàcia o llenyosa) cultivada expressament per a l'obtenció d'energia a partir de la seva transformació. Com a exemples pot haver la paulònia, el card o el pollancre.



- **Residus urbans:** Deixalles orgàniques.



Les espècies llenyoses dels cultius energètics i les restes forestals són els únics productes que provenen d'una gestió forestal sostenible. El procés que s'inicia des de la seva recollida, fins l'obtenció d'energia, és un procés costós que requereix molt bona planificació i l'ús de noves tecnologies per aconseguir-ne l'optimització.

Font: <http://observatoribiomassa.forestal.cat>

Depenent de l'origen és possible diferenciar, des d'un punt de vista ecològic, biomassa de diferents ordres:

- **Biomassa primària:** és la matèria orgànica formada directament pels éssers fotosintètics (algues, herbàcies, llenyoses...).  
Aquest grup engloba tota la biomassa vegetal, inclosos els residus agrícoles (palla i restes de poda) i forestals (llenya i restes d'activitat silvícola).
- **Biomassa secundària:** és la produïda pels éssers heteròtrofs que utilitzen en la seva nutrició la biomassa primària. Aquest tipus de biomassa implica una transformació biològica de la biomassa primària per formar un altre tipus de compost natural diferent a l'inicial, com seria la carn o els excrements dels animals herbívors.
- **Biomassa terciària:** és la produïda pels éssers vius que s'alimenten de biomassa secundària, com seria la carn dels animals carnívors que s'alimenten dels herbívors.

Font: <http://www.monografias.com>

Segons el seu origen la biomassa forestal també es classifica en primària o secundària:

- **Biomassa forestal primària (BFP):** fracció biodegradable dels productes generats pels monts que són processats amb finalitat energètica.
- **Biomassa forestal secundària:** matèria orgànica residual (escorces, serradures, encenalls, etc.) generada pels processos de les indústries de transformació de la fusta, tals com, serradores, fàbriques de pasta per a paper, fusteries i indústries del moble.



Font: [biologiayctma.com](http://biologiayctma.com)

## **2.3 Característiques de la biomassa.**

La viabilitat tècnica i econòmica de la biomassa es mesura d'acord amb l'estat físic, composició físico-química, contingut d'humitat, percentatges de cendra, poder calorífic, densitat aparent, recol·lecció, transport i maneig.

### **Estat físic.**

Correspon majoritàriament a la relació existent entre les propietats climàtiques i la composició de la matèria, definit per l'estat com és trobada, pot estar en forma líquida, sòlida o gasosa. Un exemple de biomassa líquida podria ser les aigües residuals urbanes, un exemple de biomassa sòlida seria la llenya, els pèl·lets, les closques d'ametlla entre d'altres.

### **Composició química.**

Consisteix en el conjunt de substàncies químiques que formen el biocombustible, i en quines quantitats hi són. La composició química d'un residu es coneixerà d'acord al tractament que se li apliqui.

### **Humitat.**

Defineix el percentatge d'aigua present en el biocombustible i pot tenir una influència negativa en el tractament de la biomassa, causant elevats costos de producció. S'aconsella tractar el combustible amb processos tèrmics per tal de limitar el contingut d'humitat per sota del 30%. La humitat es calcula a partir de la diferència de pes entre el material humit i el material assecat a l'estufa fins a pes constant\*.

Humitat en base humida (b.h.): Quocient entre el pes de l'aigua present dins de la biomassa i el pes total del material, expressat com a percentatge.

$$\text{Humitat b.h.} = [(Mh-M0)/Mh] \times 100$$

Mh: massa de la fusta humida (pes total del material)

M0: massa de la fusta totalment seca

### **Percentatge de cendres.**

Defineix la quantitat de matèria sòlida no combustible que conté la biomassa, o dit d'una altra manera, són el residu inorgànic que es produeix quan es crema el biocombustible. Les cendres provinents de la clofolla de l'arròs són aplicables en la fabricació de filtres de carbó activat, usats principalment per a l'extracció d'aire d'ambients com laboratoris clínics o farmacèutics.

Es mesura en condicions molt concretes per assegurar que tota la part orgànica ha estat incinerada. Normalment es determina sota una temperatura controlada de  $550 \pm 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Font: afib.ctfc.cat

### **Poder calorífic.**

És la quantitat d'energia despresada per unitat de massa quan es crema un biocombustible. Per això les unitats de mesura són (Unitat d'energia)/(Unitat de massa). En el laboratori normalment les dades es calculen en kcal/kg, però en l'àmbit empresarial, comercial, s'utilitza més el kWh/tona o MJ/kg.

	<b>Joule (J)</b>	<b>Caloria (cal)</b>	<b>Kilowatt hora (KWh)</b>	<b>Tona equivalent de petroli (tep)</b>
<b>Joule (J)</b>	1	0,239	$0,278 \cdot 10^{-6}$	$0,239 \cdot 10^{-10}$
<b>Caloria (cal)</b>	4,184	1	$1,162 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-10}$
<b>Kilowatt hora (KWh)</b>	$3,600 \cdot 10^6$	$0,860 \cdot 10^6$	1	$8,60 \cdot 10^{-5}$
<b>Tona equivalent de petroli (tep)</b>	$41,840 \cdot 10^9$	$10^{10}$	$11,622 \cdot 10^3$	1

Font: Elaboració pròpia.

El poder calorífic està molt determinat per la humitat del biocombustible. Normalment es mostra el PCI del biocombustible en estat anhidrid i a la humitat tal com s'ha obtingut la mostra. El PCI orientatiu d'una tona anhidra (0% d'humitat) de fusta és d'uns 5.000-5.600 kWh/t (4.300-4.815 kcal/kg).



Un elevat contingut d'humitat en la matèria disminueix el poder de combustió de la mateixa, ja que un alt percentatge de l'energia calorífica és perd en el procés d'evaporació de l'aigua.

Es calcula en el laboratori, reduint la mostra obtinguda del material, fins a una mida de partícula inferior al mil·límetre. S'agafa un gram de la mostra per analitzar-la al calorímetre, on es mesura l'increment de temperatura que sofreix en la incineració del material. S'obtenen dos poders calorífics, el Superior (PCS) i el Inferior (PCI).



Font: afib.ctfc.cat

- **PCS:** El poder calorífic superior és la quantitat d'energia alliberada quan una massa unitària es crema amb presència d'oxigen, estant l'aigua produïda en la combustió en estat líquid.
- **PCI:** Difereix del PCS en què l'aigua alliberada en la combustió es troba en estat gasós; és la unitat de mesura amb la qual s'acostuma a treballar, ja que l'aigua de la caldera surt sempre en estat gasós. Per a obtenir el valor del PCI serà necessari determinar la quantitat de Carboni, Hidrogen i Nitrogen.

### Densitat aparent.

Defineix la relació pes - volum de la matèria. Aquesta característica està atentament estudiada ja que el volum influeix molt a l'hora d'establir les característiques del transport a utilitzar. D'aquí deriva la paraula densificació, la qual contribueix a compactar la biomassa per a facilitar el seu trasllat.



### **Granulometria.**

És la distribució de la mesura de les partícules que formen el biocombustible. Segons la mida de cada una d'elles s'inclourant en una categoria o en una altra.

Es calcula ficant el material en estat anhidrid en una sèrie de tamisos ordenats per la llum del tamís. Mitjançant un moviment de vibració-oscil·lació el material es va separant segons el tamany, i es pot començar a classificar cada tipus de biocombustible segons la utilitat que se li vulgui donar.



Font: afib.ctfc.cat

### **Recol·lecció, transport i maneig.**

Són factors determinants en els costos de la inversió i en la totalitat de l'operació de conversió de la biomassa en energia. S'haurà d'avaluar l'eficiència del trasllat de la matèria primera fins a la ubicació de la planta, i d'aquesta forma poder valorar el temps com a variable influent sobre la producció. A més a més, la recol·lecció com a pretractament de la biomassa ajudarà a tenir un control de les quantitats necessàries per a satisfer la demanda.

Font: Biomassa com alternativa ecològica y tecnològica, Shearly Padilla.

## **2.4 Pretractaments dels combustibles.**

En la utilització de la biomassa forestal com a combustible, generalment és necessari realitzar una sèrie d'operacions prèvies de transformació física i condicionament. Aquestes fases preparatòries fan possible obtenir productes més eficients i de major valor en el mercat, el que facilita la seva venda en el comerç i el seu consum posterior.

No obstant, per a que els pretractaments siguin viables, és necessari que l'augment del valor del producte final, compensi els costos de transformació del material.



D'aquesta forma, en funció del tipus d'aplicació a la que es destinarà, seran requerides diferents etapes de transformació i preparació.

Les principals etapes de transformació realitzables per al tractament de la biomassa són l'assecat (natural o forçat), la densificació i la reducció granulomètrica (estellat, triturat o mòlta).



Font: [centralsrenovables.wordpress.com](http://centralsrenovables.wordpress.com)

#### 2.4.1 Reducció del contingut d'humitat.

Normalment, la biomassa residual forestal presenta un elevat contingut d'humitat el qual planteja una sèrie de problemes en la preparació per a la utilització d'aquest material per fins energètics. L'assecat redueix els costos de transport ja que la pèrdua de pes que ocasiona implica poder millorar l'eficiència de cada viatge.

##### *Assecat natural*

Es basa en aprofitar les condicions ambientals favorables amb la finalitat de deshidratar el residu forestal. En l'assecat natural es disminueix el contingut d'humitat de la biomassa forestal sense la necessitat d'implementar recursos energètics per aconseguir-ho, ja que mitjançant la radiació solar, el vent i altres processos naturals com la termogènesi, que condueixen a elevar la temperatura del material, ja n'hi ha prou.

En el cas dels residus forestals provinents de tala, existeixen dos possibilitats, realitzar l'assecat directament en el mont, o fer-ho després d'haver convertit el material en estella i acumular en munts, normalment coberts amb materials impermeables per evitar la humidificació.

Durant l'emmagatzematge dels residus de la fusta es produeixen una sèrie de processos termogènics, anteriorment nombrats, els quals a causa de l'acció de les cèl·lules vives de la fusta, de l'activitat biològica de microorganismes (bacteris i fongs) i de fenòmens d'oxidació química e hidròlisi àcida dels components de cel·lulosa, s'ocasionen pèrdues energètiques en els materials, i la seva conseqüent disminució d'humitat.

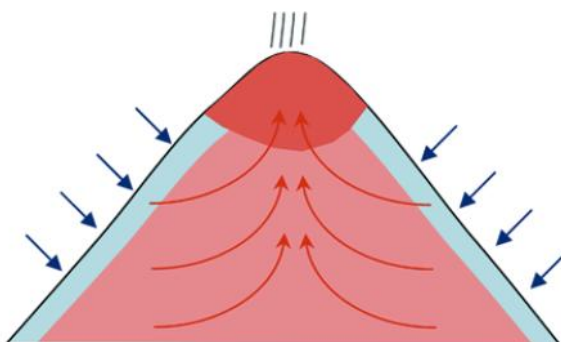
Durant l'assecat d'estella en munts o piles, es produeix el nombrat "efecte xemeneia" la dinàmica del qual és la següent:

L'aire penetra en els munts d'estella des de la superfície i refreda els residus a la vegada que s'escalfa conforme avança cap al centre del munt de material; el corrent d'aire arrastra l'aigua continguda en els materials, produint-se així un flux d'aire humit i càlid des de l'interior del munt fins a la cima, d'aquesta forma la humitat es mou verticalment i s'acumula en el cim, on s'esdevé un fort reescalfament i sortida de vapor a l'atmosfera. Aquesta sortida de vapor causa una impressió de fum sortint del vèrtex superior del munt, el qual dóna el nom d'efecte xemeneia a aquest fenomen.

Durant l'emmagatzematge en piles d'estella es registra una pèrdua de fusta que en general sol ser d'un 0,5-1% per mes en climes freds i temperats, i del 0,75-3% per mes en climes càlids i humits.

Les recomanacions pràctiques més importants per aconseguir un assecat natural sense tenir pèrdues importants de matèria seca són:

- Fer piles sense superar els 40-50 m<sup>3</sup>.
- Evitar la presència de materials fins que impedeixin l'entrada d'aire al munt.
- Controlar la temperatura interna de la pila i remoure el material quan s'enregistrin temperatures superiors als 60°C.



Font: Treball Luis Ortiz, Alejandro Tejada Aprovechamientos de la Biomasa forestal producida por la cadena Monte-industria, Foto pròpia durant l'assistència a la jornada de la biomassa al Pont de Suert el dia 8/03/2013.

## *Assecat forçat*

L'assecat natural pot reduir el contingut d'humitat de la fusta fins que assoleixi la humitat d'equilibri amb l'ambient. Aquest nivell pot ser insuficient per a satisfer els requeriments del següent tractament (mòlta, pel·letitzat, etc.), o pot tardar massa temps assecar-se. Mitjançant l'assecat forçat es pot disminuir el contingut d'humitat de la biomassa fins a qualsevol valor que es vulgui arribar, en un període de temps relativament breu.

Per a l'assecat forçat de biomassa els equips més utilitzats es classifiquen en *assecadors directes o indirectes*.

L'assecador directe consisteix en reduir la humitat del material mitjançant la transferència de calor pel contacte entre el material forestal i els gasos calents.

L'assecador indirecte transfereix la calor a través d'una paret de retenció d'energia calorífica. Els dissenys que millor s'ajusten a aquests tipus de processos són els de tambor rotatori o trommel i els de tipus neumàtic.

- Tipus neumàtic

Aquests últims estan basats en l'arrossegament dels residus mitjançant un flux tèrmic que durant el recorregut extreu la humitat del material; bàsicament estan formats per un focus de calor que genera un flux tèrmic deshidratador, un canal d'assecat on el flux tèrmic arrastra els sòlids en suspensió i provoca així la sortida d'aigua continguda en ells, i un sistema de succió que possibilita el moviment del flux i els materials.



Font: Treball Luis Ortiz, Alejandro Tejada Aprovechamientos de la Biomasa forestal producida por la cadena Monte-industria.

- Tipus rotatori o trommel

Els assecadors rotatoris es solen emprar quan es treballa amb materials molts humits o de granulometria grossa. Majoritàriament consten de les mateixes parts que els assecadors de tipus neumàtic, no obstant en aquest cas el canal de circulació del

material és un cilindre que gira, facilitant el contacte entre sòlids i el flux assecador. El moviment del material es controla regulant el pendent interior i el gir del cilindre.



Font: <http://www.emison.com>

### 2.4.2 Densificació.

El principal objectiu de la densificació (pel·letitzat i briquetat) és obtenir biocombustibles sòlids d'alta densitat i homogenis, de tal manera que sigui fàcil la seva dosificació i l'automatització dels sistemes d'alimentació d'equips de combustió, industrials i domèstics, a més a més de permetre reduir els costos en transport i emmagatzematge.

Normalment la biomassa forestal residual té una sèrie d'inconvenients respecte altres combustibles, com són una baixa densitat i dificultat de maneig.

Les especificacions de mida (5-10 mm) i d'humitat (entre el 10-15%, en base humida) requereixen incorporar anteriorment a la densificació les etapes d'assecat forçat i mòlta. També és aconsellable eliminar elements metàl·lics i es recomana la separació d'altres possibles substàncies que podrien incorporar-se amb la biomassa, com podrien ser pedres, sorra o terra, per tal d'evitar possibles problemes durant el procés de densificació i millora de la qualitat del producte.

#### **Briquetat**

Procés a partir del qual es fabriquen les briquetes de material biocombustible. Per a la seva fabricació s'utilitzen premses de pistó que actuen mitjançant compressió emprant volants d'inèrcia per aconseguir pressions molt elevades, premses de cargol i premses d'accionament hidràulic o neumàtic.

La compactació es realitza de forma natural, ja que la compressió produeix un augment de la temperatura i deixa el producte baquelitzat en superfície.



Font: [www.jordisegusl.es](http://www.jordisegusl.es)

Les briquetes són uns elements normalment de forma cilíndrica, amb diàmetres compresos entre 5 i 10 cm, de gran densitat formades per materials premsats que s'utilitzen com a combustible.

Quant s'empren per a la seva fabricació elements lignocel·lulòsics, com la fusta, les altes temperatures originades durant la fase del premsat produeixen un estovament de la lignina, cosa que provoca el seu funcionament com aglomerant de les partícules després del seu refredament. Aquesta acció aglomerant permet que per la fabricació de briquetes, a partir d'elements de fusta, no sigui necessari agregar cap altre tipus d'aglomerant, com serien resines o ceres.

Els mètodes industrials de briquetat daten de la segona part del segle XIX. Des de llavors l'ús de les briquetes ha estat lligat a períodes d'escassetat de combustible i a èpoques de crisis. Durant la II Guerra Mundial, la fabricació de briquetes a partir de residus de fusta i altres residus es trobava molt expandida a Europa i Amèrica. Després de la guerra, les briquetes es van anar apartant del mercat per la inclusió dels hidrocarburs barats.

Novament durant els períodes d'alts preus de l'energia, com als anys 70 i principis dels 80, la utilització de les briquetes es revitalitza, principalment als Països Escandinaus, els EEUU i Canadà.

Actualment la tendència es produir briquetes de combustible de baix cost econòmic, a partir de residus no emprats per a altres usos de major valor.

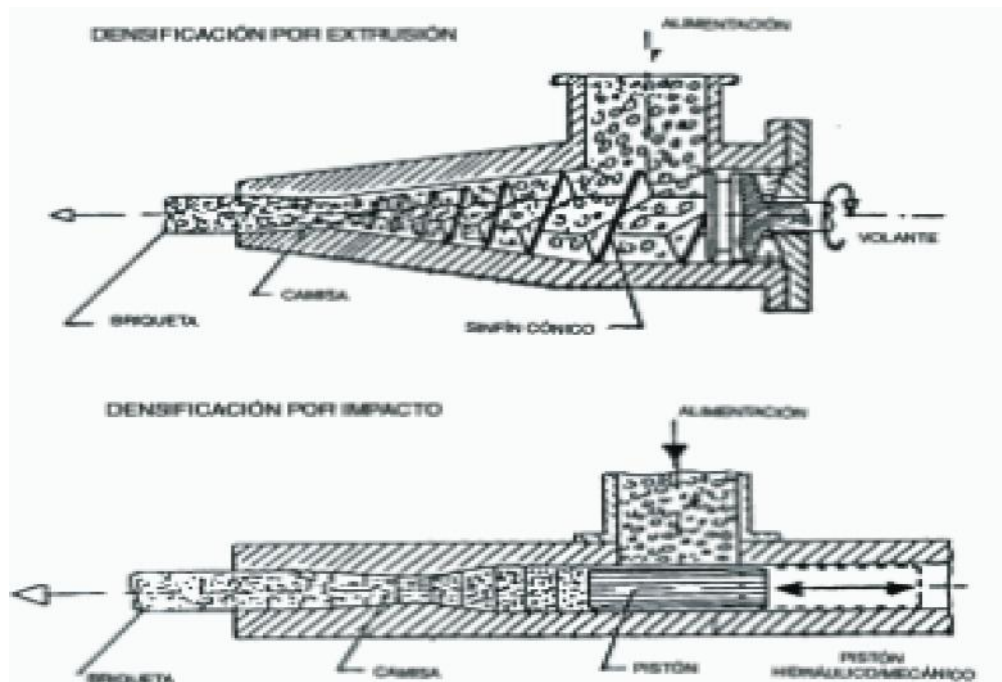
Existeixen diferents tecnologies de briquetat, essent les més utilitzades les següents:

#### *Densificació per impacte - Briquetadora de pistó.*

La compactació del material s'aconsegueix mitjançant el colpeig, produït sobre la biomassa per un pistó accionat a través d'un volant d'inèrcia. Les densitats aconseguides solen estar entre 1.000 i 1.200 kg/m<sup>3</sup>.

### Densificació per extrusió – Briquetadora de cargol.

Es tracta d'un sistema basat en la pressió que duu a terme un cargol especial, que fa avançar el material fins a una càmera que es va fent progressivament més estreta. Aquest tipus d'equip permet realitzar briquetes amb orificis interiors que afavoreixen la combustió. Amb aquest sistema es poden aconseguir majors densitats, 1.300 i 1.400 kg/m<sup>3</sup>, encara que els consums energètics i els costos de manteniment són bastant més elevats.



Font: Energía Xilogenerateda. Luis Ortíz. 1994

### Briquetadores hidràuliques o neumàtiques.

En aquestes màquines la pressió la produeixen uns cilindres accionats per sistemes hidràulics o neumàtics. S'acostumen a utilitzar quan els residus són de molt mala qualitat, o estan excessivament humits i la briqueta final no ha de tenir un acabat molt acurat.

Són equips de baix consum i presenten cost baix de manteniment. Les densitats de briqueta que produeixen varien entre 700-800 kg/m<sup>3</sup> fins a 900-1.000 kg/m<sup>3</sup>.

### **Pel·letització**

Els pèl·lets són materials densificats en forma de cilindre amb diàmetres normalment compresos entre 6 i 12 mm, i longituds de 10 a 30 mm, per la qual cosa són un biocombustible molt menys voluminós que les briquetes.



S'utilitzen com a combustible tenint l'avantatge que poden ser alimentats i dosificats mitjançant sistemes automàtics, el qual amplia les seves possibilitats d'ús en instal·lacions de grans dimensions i en el sector industrial.

Per a la seva producció es necessari disposar d'un producte de base amb una humitat compresa entre el 8-15% en base humida, i un mida de partícula al voltant de 5 mm. Les densitats del pèl·let solen ésser de 1.000-1.200 kg/m<sup>3</sup> encara que quan es distribueix de forma abundant la densitat aparent sol ser de l'ordre de 800 kg/m<sup>3</sup>.



Font: Revista CIS-Madera

La fabricació del pèl·let és molt més recent que la de les briquetes. Ja s'utilitzaven premses de pel·letització per a la fabricació d'aliments per al bestiar, però fins al 1961 no fou quan es va començar a emprar amb finalitat energètica. Aquell any la societat Sprout-Waldon Co, fabricant de premses, va crear una instal·lació completa per a granular l'escorça de roure a Tenesse (EE.UU).

Al 1967, el laboratori d'investigacions forestals vinculat a la Universitat d'Oregon, va iniciar uns 200 assaigs de granulació d'escorça de fusta (Currier, 19789).

Actualment la granulació de matèries lignocel·lulòsiques amb finalitats energètiques està difosa sobretot als Estats Units i Canadà, on el combustible s'empra amb usos semi-industrials (calderes d'alimentació automàtica).

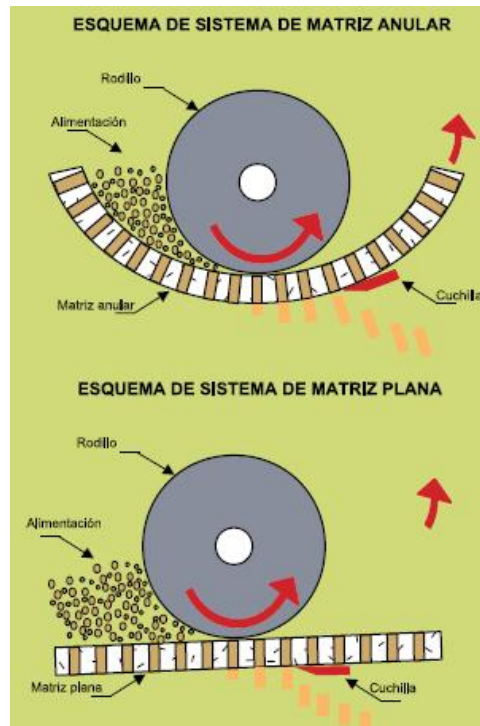
Les tecnologies de fabricació més utilitzades en l'actualitat són:

*Pel·letitzadora de matriu en forma d'anell.*

En aquest equip la forma de la matriu és d'anell. Dins d'aquest tipus de premsa existeixen dos variants, en el primer la matriu és fixa i els rodets, també anomenats discs, tenen un moviment giratori que empeny la matèria a través de les nombroses fileres; en el segon tipus els rodets són fixes i és la matriu la que gira a altes velocitats.

### Pel·letitzadora de matriu plana.

En aquest cas, la matriu és fixa i té la forma d'un disc horitzontal, mentre que els rodets recorren la cara superior.



Font: Revista CIS-Madera

### 2.4.3 Reducció granulomètrica.

És el conjunt de processos que permeten reduir les mides de partícules de la biomassa a les necessitats granulomètriques exigides per la tecnologia de la conversió energètica final, per tan és una operació imprescindible quan es pretén utilitzar el material per aplicacions energètiques, tan en aplicacions directes com per a fabricació dels elements densificats.

Així doncs, el que determinarà la mida final de la partícula de biomassa serà l'aplicació energètica a la qual serà destinada. Segons la mesura del producte obtingut es pot diferenciar entre trossejat o triturat (50-250 mm), estellat (8-50 mm) i mòlta (<8 mm).





Quan el material es destina a la producció d'energia, la qualitat de l'estella produïda no és un factor primordial, ja que ho són el rendiment de l'estellat i l'evitar peces de gran mesura que poden produir embussaments en els equips de transport i d'alimentació. Si part de l'estella produïda es volgués emprar com a matèria primera per a la fabricació de taulons derivats de fusta, és necessari aconseguir una estella de major qualitat i més homogènia.

Les estelladores i trituradores es diferencien en la mida d'entrada i sortida de la biomassa. Les trituradores permeten partícules de major mesura d'entrada i el seu producte final (triturat) també té una mida superior al producte final de les estelladores (estella). En les aplicacions on es necessita una mesura de partícula encara inferior, es requereix un procés posterior anomenat mòlta.



Font: [www.interempresas.net/Madera/FeriaVirtual/Producto-Astilladoras-trituradoras-forestales](http://www.interempresas.net/Madera/FeriaVirtual/Producto-Astilladoras-trituradoras-forestales). <http://informaciona.com/biomasa-forestal-s.l>

Aquests processos proporcionen al producte final un valor afegit a causa dels avantatges d'ús i el increment de rendiment que li ocasionen al biocombustible tractat. No obstant això, representen un cost addicional en la cadena d'explotació de la biomassa. Com menors siguin les dimensions de les partícules elaborades, més alt és el cost del pretractament.

Actualment la majoria d'equips d'estellament de biomassa residual forestal utilitzats a Europa empen fulles de tallar, ben muntades sobre un tambor o un disc d'inèrcia, i sistemes d'alimentació normalment horitzontals i forçats mitjançant l'ús de rodets compressors.

En alguns casos, també s'utilitzen estelladores de martells però solen utilitzar-se per materials que contenen una gran quantitat d'arena i pedres que provocarien un deterior prematur de les fulles de tall.

Un dels materials més complicats d'estellar és l'escorça d'eucaliptus, al ser tant humida i fibrosa, provoca molts embussaments en les instal·lacions que no estan adequades per aquest tipus de material. Els millors resultats en quant a rendiment energètic el té l'escorça de pi, seguit per les branques grosses d'eucaliptus.



El fer servir malles de menor mesura implica un major consum d'energia, que sol es pot justificar per la major qualitat del producte final. D'aquesta forma s'ha de tenir molt en compte l'elecció de la mida de malla adequada, ja que influeix molt en el cost final del procés i la qualitat del biocombustible en aquest cas.

Planta d'estella i mòlta, detall de la mòlta.

Font: Revista CIS-Madera

## **2.5 Aplicacions energètiques de la biomassa forestal**

La biomassa pot ser transformada en diferents tipus de productes finals, ja poden ser líquids, sòlids o gasosos, la majoria susceptibles per a poder ser utilitzats com a font energètica.

Les tecnologies aplicades a la biomassa o els mètodes de transformació per a la generació d'aquests productes són termoquímics, químics i bioquímics.

Per a la biomassa forestal en concret s'utilitzen de forma principal els mètodes termoquímics, els quals es basen en la utilització de calor com a eina de transformació de la biomassa en energia.

### **2.5.1 Tecnologies de transformació**

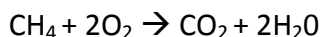
En funció de la quantitat d'oxigen present en la transformació, es poden diferenciar 3 tipus de processos: la combustió, la gasificació i la piròlisi.

- Combustió.

La combustió es refereix a la transformació de la biomassa en gasos emprant com a agent oxidant l'oxigen en excés. A partir de la combustió es generen uns gasos

d'altres temperatures que poden aprofitar-se per a la producció de vapor d'aigua, que a la vegada es pot utilitzar per a la producció d'energia elèctrica i/o tèrmica. És una reacció exotèrmica per la seva conseqüent alliberació de llum i calor.

Exemple reacció de combustió:



La humitat d'aquesta biomassa s'elimina per evaporació, i posteriorment es trenquen les cadenes macromoleculars orgàniques formant molècules més petites. Algunes d'elles són gasos inerts o combustibles que s'escapen del producte en descomposició. Aquests últims ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{SO}_2$ ) s'oxiden immediatament a l'entrar en contacte amb l'aire i constitueixen les flames.

Taula de reaccions a la combustió:

Reacció	Variació d'entalpia DH ( kJ/mol )
$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$	-394
$\text{C} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}$	-111
$\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$	-283
$\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	-242 (aigua en estat de vapor)
$\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$	-297

La combustió de la fusta comença per piròlisi, la cel·lulosa dona lloc principalment als compostos volàtils, mentre que la lignina produeix cendres.

En la massa incandescent dels residus, les cadenes orgàniques es redueixen progressivament fins arribar al carboni que acaba oxidant-se. Encara queden els compostos orgànics no degradats i que no s'han eliminat a causa de la combustió incompleta per defecte local de l'oxigen generant contaminants que es denominen elements sense cremar.

#### La combustió en l'ús domèstic i en l'ús industrial.

En l'àmbit domèstic els equipaments més utilitzats són les xemeneies de cel obert, amb uns rendiments del 10 al 15%, les estufes de llenya amb diferents dissenys, amb rendiments mitjans del 40 al 60%, les cuines, les calderes de fusta que presenten rendiments superiors al 70% fins arribar al 91-92% que s'aconsegueix en les calderes més eficients.

En l'àmbit industrial, a nivell de grans instal·lacions, es pretén promoure la cogeneració o producció simultània de calor i electricitat, amb la possibilitat de venda d'electricitat a les xarxes elèctriques nacionals o privades.

Els rendiments energètics globals poden arribar així al 80-95%, enlloc del 20-40% que s'aconsegueix habitualment en la producció d'electricitat exclusivament.

Les potències disponibles amb cogeneració estan compreses entre 1 i 20 MW.

Les potències disponibles en combustió industrial oscil·len entre 1 i 5 MWth.

- Gasificació

La gasificació és el procés de transformació de la biomassa en gasos emprant com a agent reactiu l'oxigen, el vapor d'aigua, el hidrogen o una barreja dels dos primers.

El producte final gasós té diverses aplicacions des del punt de vista energètic, es pot utilitzar en la producció de calor, en l'elaboració d'electricitat o en les dues simultàniament.

La principal virtut de la gasificació enfront a la resta de processos és l'obtenció d'un combustible versàtil que es pot utilitzar en equips dissenyats per a gasoil o gas, podent substituir, parcial o completament, els combustibles fòssils convencionals.

- Piròlisi

La piròlisi consisteix en la descomposició tèrmica de la biomassa en l'atmosfera inert.

Hi ha diferents tipus de piròlisi segons les condicions d'operació, les quals permeten obtenir preferentment alguns dels seus tres productes (gas, líquid i residus sòlids carbonosos) que serveixen com a combustible.

### 2.5.2 Tipus de generació d'energia.

Amb biomassa forestal es pot generar energia tèrmica i elèctrica.

Seguidament s'explica un breu resum dels diferents tipus d'energia generada a Catalunya.

#### **Generació d'energia tèrmica.**

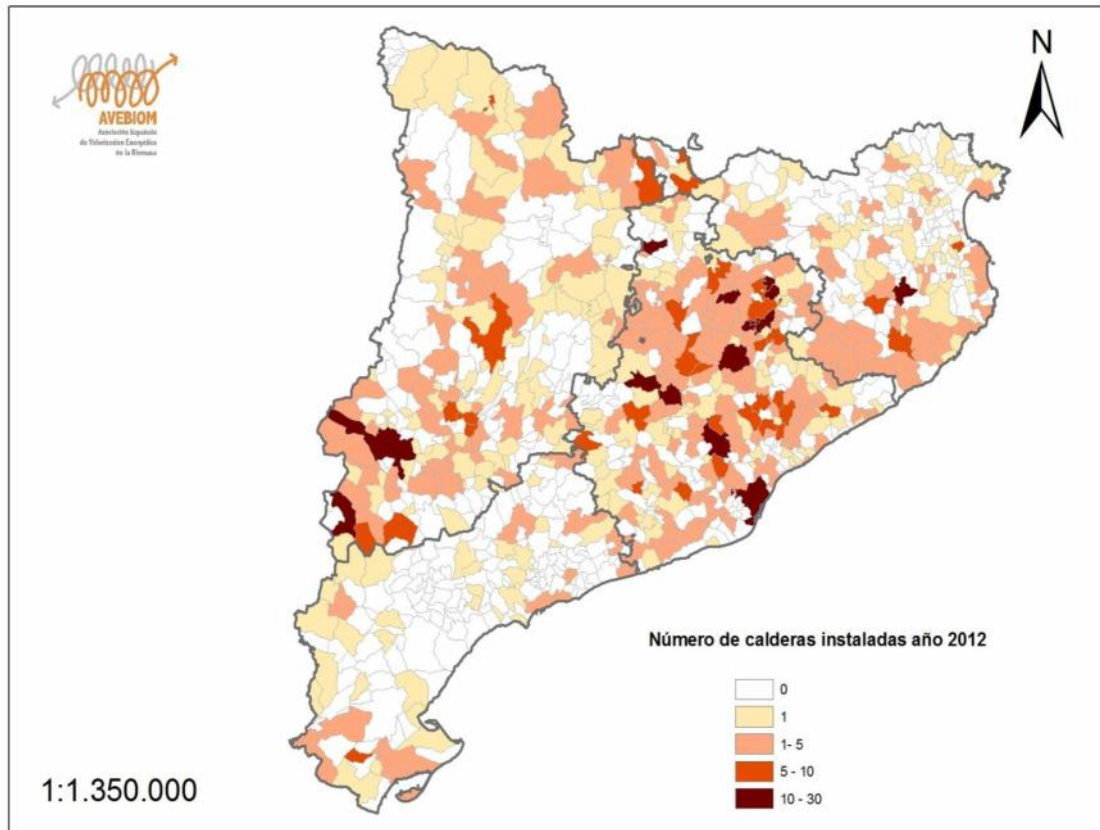
Actualment és l'aplicació més comuna i s'utilitza bàsicament per a calefacció. És el tipus de transformació energètica de biomassa que més rendiment proporciona, pot arribar fins al 90% en les millors calderes. A partir d'aquest tipus d'energia s'aconsegueix aire calent, aigua calenta i vapor.

a) Situació actual a Catalunya:

- L'any 2005 el mercat de la biomassa per usos tèrmics es limitava a calderes en el sector industrial, que utilitzaven com a combustible residus o subproductes d'indústries.
- En els **darrers 7 anys (2006 a 2012) ha crescut significativament** el nombre d'instal·lacions (bàsicament calderes i estufes), sobretot en el sector domèstic, municipal.
- A la vegada, han anat sorgint **noves empreses** (subministradors de calderes, instal·ladors, enginyeries, ...), formant un sector que era pràcticament inexistent l'any 2005, les dues **fires de la biomassa a Catalunya**, fetes l'any 2012 i 2013, en són un clar exemple.
- Paral·lelament, s'està iniciant la mobilització d'una certa quantitat de biomassa, principalment forestal, amb empreses que produeixen biocombustibles sòlids en forma d'estella i pèl·let com **exportació** cap a altres països consumidors, com per exemple Itàlia (2 plantes en funcionament).
- Tanmateix, la quantitat de biomassa per a usos energètics que s'extreu dels boscos és encara molt baixa en comparació amb el potencial existent, tenint en compte que el **60% de la superfície de Catalunya és forestal**.
- El **mercat és incipient**, i tant les empreses com les instal·lacions **necessiten del recolzament i suport de l'administració**.
- A nivell de l'Estat Espanyol el mercat de la biomassa també està en creixement, i s'han creat diverses **associacions d'empreses** com AVEBIOM (Asociación para la Valorización Energética de la Biomasa), APROPELLET (Associació d'Empreses Productores de Pèl·let de l'Estat Espanyol) o PROBIOMASA.

El conjunt d'aquestes instal·lacions mobilitzen unes 30.000 tones/any de biomassa.

Gràfic del nombre de calderes instal·lades l'any 2012 a Catalunya.



Font: Observatorio Nacional de Calderas de biomasa ONCB-AVEBIOM.

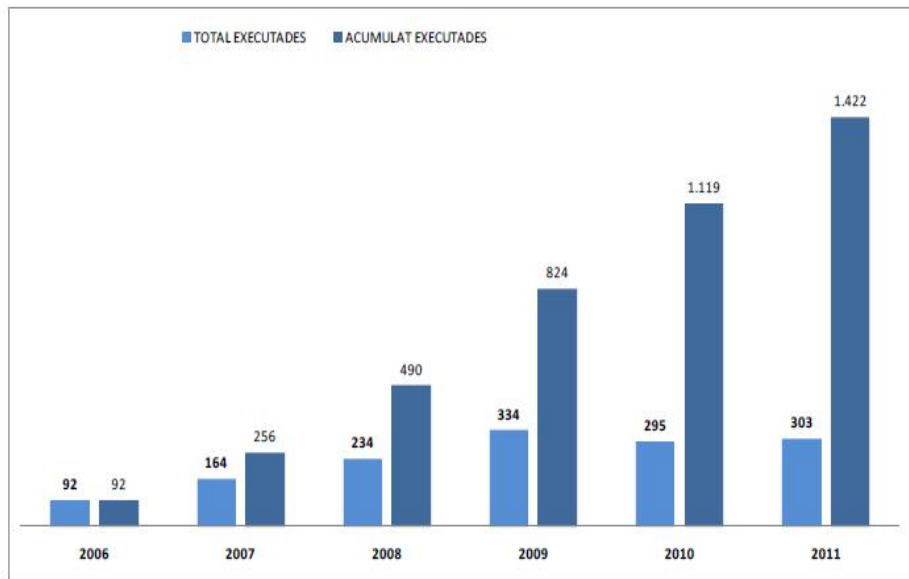
L'ús de l'energia tèrmica generada a partir de la biomassa s'empra de forma general en:

- Instal·lacions del sector domèstic i de serveis centralitzats**, ja que el cost de la instal·lació per unitat d'energia produïda disminueix significativament amb la mida de la mateixa.

- En altres casos podríem destacar com a rentables els **sistemes de xarxes urbanes de calor (District Heating)**, els edificis d'habitatges o serveis amb sistemes de calefacció i d'aigua calenta centralitzats, edificis públics de dimensions grans, com escoles, hospitals, centres administratius..., que disposin d'una ubicació que faciliti el subministrament de combustible.

- Instal·lacions industrials** que produeixen biomassa i on es requereixi energia tèrmica en els seus processos, altres instal·lacions industrials amb necessitat de demandes de calor prolongades per als seus processos.

Gràfic d'evolució de les instal·lacions tèrmiques a Catalunya 2006-2011.



Font: línies d'ajut per a instal·lacions de biomassa per a usos tèrmics de l'ICAEN (període 2006-2011)

En darrers 6 anys, els ajuts de l'ICAEN han impulsat **1.422 instal·lacions** de biomassa per a usos tèrmics a Catalunya, principalment en els sectors domèstic, municipal i primari, amb una potència tèrmica total de l'ordre de **100 MW** i unes inversions associades per valor d'uns **25 M€**. El conjunt d'aquestes instal·lacions mobilitzen unes **30.000 tones/any** de biomassa.

### Generació d'energia elèctrica.

L'energia elèctrica s'obté principalment de la transformació tèrmica de la biomassa. Per a generar l'electricitat a partir d'aquest tipus de combustible hi ha diferents sistemes tecnològics:

- Motor alternatiu: motor que utilitza els gasos de síntesi obtinguts a partir de la gasificació de la biomassa.
- Cicle de vapor: basat en la combustió de la biomassa a partir de la qual es genera vapor, el qual mitjançant la seva expansió fa moure una turbina.
- Turbina de gas: basat en la gasificació de la biomassa. Utilitza els gasos de síntesi obtinguts d'aquest procés, els quals fan moure una turbina. Si els gasos que surten de la turbina s'aprofiten en un cicle de vapor, llavors es parla de cicle combinat.



a) Situació actual a Catalunya:

- Hi ha **4 instal·lacions en funcionament** que suposen 15,6 MW de potència generada i 102.700 tones/any de biomassa agrícola i forestal consumida.
- **1 instal·lació en construcció** i inscrita al registre de pre-assignació de 12,2 MW.
- **6 projectes amb autorització administrativa** no inscrits al registre de pre-assignació que suposaran uns 49,5 MW de potencia i 440.000 tones/any de biomassa consumida.
- Altres **9 projectes que han iniciat algun tràmit administratiu** (46,9 MW, 454.000 tones/any).
- Els principals promotors són empreses del sector energètic i empreses del sector de la fusta.



Font: Jornades de la Biomassa El Pont de Suert 8/03/2013. Mapa plantes de biomassa generació elèctrica 2012.

b) Principals obstacles pel seu funcionament:

- **Reial Decret Llei 1/2012** de suspensió temporal dels incentius econòmics a les noves instal·lacions de Producció Elèctrica en Règim Especial i **Reial Decret Llei 2/2013** de mesures urgents en el sistema elèctric i el sector financer, fi de les subvencions.



- **Garantia de subministrament** i estructura de la propietat forestal complexa (elevat nombre de petits propietaris privats).
- **Dificultat en el finançament** dels projectes.
- **Incertesa jurídica** per als promotors degut a nombrosos canvis en la legislació.
- **Tràmits administratius i interconnexió elèctrica.**

## **Cogeneració**

Encara que generalment es diu que la cogeneració és la producció combinada de calor i electricitat, això és una simplificació del que realment pot ser.

La cogeneració és entesa com la producció combinada de calor amb valor econòmic justificable, i energia elèctrica o mecànica, aquesta generació simultània comporta un increment del rendiment global del procés.

Es denomina cogenerador a la persona o empresa que genera energia tèrmica útil i energia elèctrica o mecànica mitjançant cogeneració, per al seu propi ús o per a la venda parcial o total. L'energia tèrmica útil s'entén com la produïda en un procés de cogeneració per a satisfer, sense superar-la, una demanda econòmicament justificable de calor.

La cogeneració és un sistema que permet reduir de forma notòria la factura energètica de certes empreses, a causa de l'alta eficiència energètica que presenta, sense alterar el procés productiu.

Les característiques necessàries per a ser usuari potencial d'aquest tipus de generació d'energia, són aquelles empreses que tenen les següents demandes (Gas Natural Fenosa, 2010):

- Calendari laboral de 4.500 a 5.000 hores anuals.
- Demandes de calor i d'electricitat simultànies i contínues.
- Espai adequat i legislació corresponent per a poder ubicar els nous equips de maquinària.

## **Trigeneració**

La producció conjunta d'energia tèrmica, per a fred i calor, i d'energia elèctrica a partir de biomassa és el que s'entén com a trigeneració.

Una planta de trigeneració presenta moltes similituds amb una de cogeneració, amb la diferència de la incorporació d'un sistema d'absorció per a la producció de fred.

Gràcies als avantatges que presenta aquest tipus de generació d'energia, i el seus alts rendiments, es permet reduir, de forma notòria, el cost energètic dels processos productius quan es necessiten quantitats considerables de calor en forma d'aigua calenta o vapor, energia elèctrica o fred industrial.

La trigeneració és aplicable al sector terciari, on a més d'aigua calenta i calefacció es necessita fred per a la climatització de les instal·lacions, el qual demanda un elevat consum elèctric. El fet que aquests consums estan influenciats amb l'estacionalitat, calefacció a l'hivern i climatització a l'estiu, impedeix la utilització d'una planta de cogeneració clàssica en aquests casos.

### 2.5.3 Pla de l'Energia i Canvi Climàtic de Catalunya 2012-2020

El Pla de l'energia i el canvi climàtic a Catalunya exigeix i sol·licita, estratègies singulars que són necessàries per a assolir els objectius establerts.

Les diferents estratègies són:

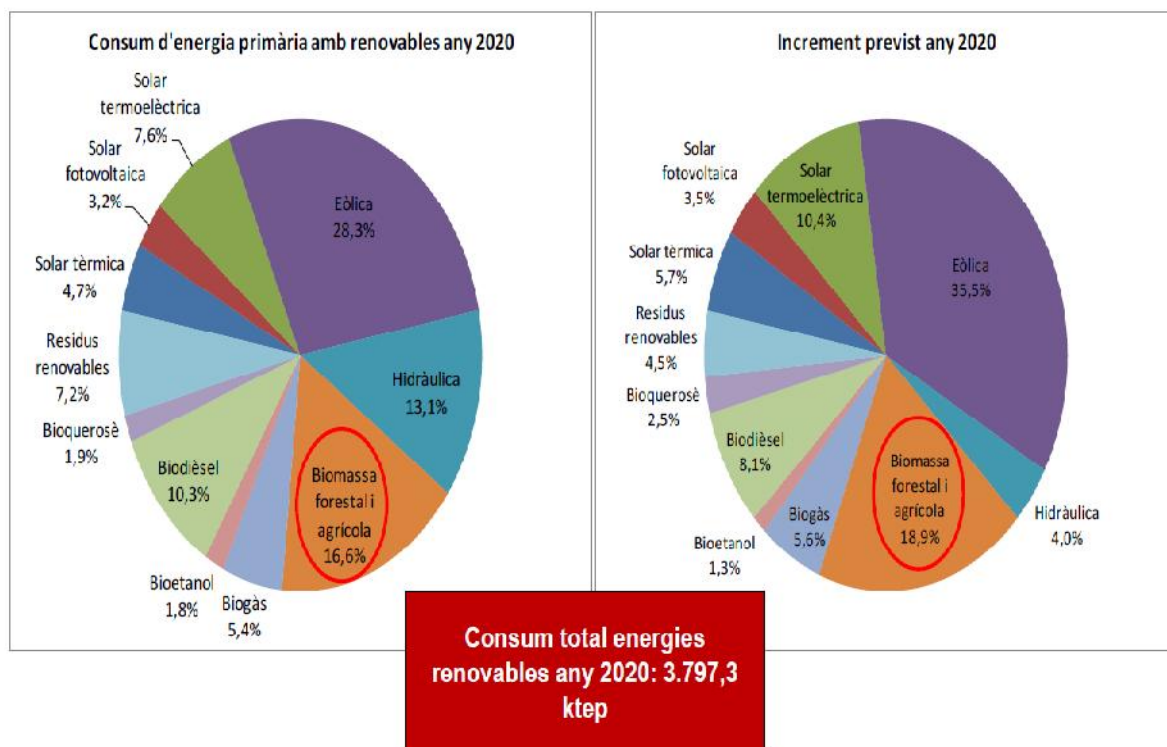
1. Energia eòlica.
2. Vehicle elèctric.
3. Sostenibilitat energètica en el sector dels edificis.
4. Infraestructures elèctriques.
5. **Aprofitament energètic de la biomassa forestal.**
6. Valoració energètica dels residus.
7. Implantació d'un sector empresarial en sectors emergents en l'àmbit energètic.
8. Nou enfocament de l'actuació de l'Administració energètica catalana.
9. Directrius per al Pla d'Emergència Energètica de Catalunya.

#### **Estratègies singulars, biomassa forestal.**

- Actualment es veu la necessitat d'efectuar una nova política forestal a Catalunya, que tingui com un dels seus eixos vertebradors l'aprofitament energètic dels boscos, la qual ha de quedar plasmada en el nou Pla Territorial Forestal de Catalunya.
- Potenciació dels ajuts específics per a l'aprofitament de la biomassa.

- Assessorament tècnic per a l'avaluació de l'aprofitament de biomassa com a recurs en aquelles iniciatives de recent creació.
- Creació de línies de Recerca, Desenvolupament i Investigació, tan de la producció del recurs com en la transformació energètica.
- Seminaris de formació als diferents agents dedicats al sector.
- Garantir, mitjançant diferents fórmules, la garantia de subministrament de biomassa forestal per a la posterior producció d'energia. Estudiar la millor logística per a cada projecte.
- Fomentar les instal·lacions elèctriques i de calefacció alimentades amb biomassa forestal.
- Conservar els ajuts destinats a reduir el cost de l'extracció de la biomassa residual dels aprofitaments forestals
- És molt important la coordinació de les administracions competents en l'aprofitament energètic de biomassa.

### Objectius sectorials previstos en el Pla.



En aquest gràfic s'observa un error, el títol del primer gràfic sectorial hauria de ser Consum d'energia primària amb renovables **any 2012**.

Font: Jornades de la Biomassa El Pont de Suert 8/03/2013

<b>Consum d'energia primària amb fonts d'energia renovable (ktep)</b>			
<b><i>Font d'energia renovable</i></b>	<b><i>2009</i></b>	<b><i>2020</i></b>	<b><i>Augment</i></b>
Solar tèrmica	18,4	178,2	159,8
Solar fotovoltaica	24,1	121,8	97,7
Solar termoelèctrica	0,0	290,3	290,3
Eòlica	78,5	1074,7	996,2
Hidràulica	383,5	496,1	112,6
<b><u>Biomassa forestal i agrícola</u></b>	<b><u>102,8</u></b>	<b><u>631,9</u></b>	<b><u>529,1</u></b>
Biogàs	45,5	203,2	157,7
Bioetanol	31,7	67,2	35,5
Biodièsel	162,6	391,0	228,4
Bioquerosè	0,0	70,3	70,3
Residus renovables	146,4	272,6	126,2
<b>Total renovables</b>	<b>993,4</b>	<b>3797,3</b>	<b>2803,9</b>

Font: Jornades de la Biomassa El Pont de Suert 8/03/2013

## **2.6 Tipus de biocombustibles forestals.**

En l'actualitat hi ha una gran varietat de combustibles formats per biomassa i la seva utilitat canvia en funció de la disponibilitat i el clima, per exemple: llenya, estelles, pèl·lets, briquetes, restes de poda, etc.

Els principals combustibles biomàssics utilitzats i comercialitzats a Catalunya són la llenya, l'estella, els pèl·lets i les briquetes.

### **2.6.1 Llenya.**

#### Descripció

És el combustible tradicional i es pot obtenir de qualsevol espècie llenyosa, la seva forma és cònica o cilíndrica, pot ser de mides diferents depenent de l'espècie de la qual s'obté i de la part on es talla.

#### Origen

Branques, arbres sencers, restes gruixudes de tallades, etc.

### Humitat

La humitat de la llenya acabada de tallar pot assolir valors del 40% en base humida en alzines, o del 50% en pins. Després d'una temporada, la humitat es situa al voltant del 20%. Per la combustió hauria d'estar per sota del 15% per assolir nivells òptims, ja que la llenya amb un elevat contingut en humitat fa més lenta i menys productiva la combustió, produeix condensació i quitrà en els conductes de fum.

### Poder calorífic

El poder calorífic depèn de la seva composició química, com a valor estàndard es pot considerar 3.900 kWh/tona al 20% en base humida de combustible.

### Cendres

El pes sec total de cendres, aproximadament, acostuma a ser d'un 1,2%.

### Pes de l'esteri

En frondoses productores de llenya tenen un pes de 500 kg/esteri, en canvi en coníferes es situa normalment entre els 400-500 kg/esteri.

### Preu orientatiu actual

Faig: 36-42 €/t

Alzina: 54-66 €/t

Roure: 39-45€/t

### Avantatges

El seu baix cost de producció és la principal avantatge, és el combustible més tradicionalment emprat i ja té un mercat establert. Potencia la gestió forestal sostenible.

### Inconvenients

Les calderes requereixen l'alimentació de la llenya manualment, una o dues vegades al dia, tot i que les modernes, són molt eficients.



## 2.6.2 Estella.

### Descripció

Les estelles són fragments de fusta de petita dimensió que presenten una forma irregular, amb un espessor de 2 cm aproximadament i mides variables que no acostumen a superar els 10 cm de longitud. S'obtenen a partir de tall mecànic.

### Origen

L'estella provinent de fusta de bosc s'obté a partir de la retirada del bosc de les restes dels aprofitaments forestals, del material de tallades de millora, i dels treballs de prevenció d'incendis.

El seu aprofitament comporta un buidat del combustible del bosc, amb la conseqüent baixada del risc d'incendi i la major gestió del territori forestal, d'això se'n diu estella de gestió forestal sostenible. L'estella industrial prové de subproductes derivats d'indústries primàries de la fusta i secundàries.

### Tipus d'estella comercialitzada

Segons la norma austríaca ÖNORM 7133, l'estella forestal es pot classificar a partir de les seves característiques principals en 3 categories, G30, G50 i G100.

- **G30** presenta una secció menor de 3 cm<sup>2</sup> amb una fracció principal (60-100% de les partícules) d'unes mides de 2,8 a 16 mm, un màxim d'un 20% de partícules de 1 a 2,8 mm i un màxim del 4% de partícules més petites de 1 mm. Pel que fa a partícules grans, només s'admet un màxim del 20% de partícules de mida superior a 16 mm i longituds menors de 85 mm.

<i><b>Paràmetres</b></i>	<i><b>Proporció</b></i>	<i><b>Valors</b></i>
<b>Humitat %</b>	<30	
<b>Granulometria</b>		
<b>Secció (cm<sup>2</sup>)</b>	<3	
• Fracció principal (mm)	60-100%	2,8-16
• Elements fins (mm)	màx. 20% màx. 4%	1-2,8 <1
• Elements gruixuts (mm)	màx. 20%	>16
• Longitud (mm)	<85	

- **G50** presenta una secció menor de 5 cm<sup>2</sup> amb una fracció principal (60-100% de les partícules) d'unes mides de 5,6 a 31,5 mm; un màxim d'un 20% de partícules de 1 a 5,6 mm i un màxim del 4% de partícules més petites de 1 mm.

Pel que fa a partícules grans, només s'admet un màxim del 20% de partícules de mida superior a 31,5 mm i longituds menors de 120 mm.

<b>Paràmetres</b>	<b>Proporció</b>	<b>Valors</b>
<b>Humitat %</b>	<30	
<b>Granulometria</b>		
<b>Secció (cm<sup>2</sup>)</b>	<5	
• Fracció principal (mm)	60-100%	5,6-31,5
• Elements fins (mm)	màx. 20% màx. 4%	1-5,6 <1
• Elements gruixuts (mm)	màx. 20%	>31,5
• Longitud (mm)	<120	

- **G100** Aquesta estella no és garbellada en cap procés posterior a la trituració i només és garbellada a la pròpia estelladora, presentant totes les partícules una secció menor de 10 cm<sup>2</sup>. Per tant en el seu conjunt, presenta partícules de les mateixes característiques que els altres tipus d'estella en diverses proporcions pel que fa a les mides i longituds.

<b>Paràmetres</b>	<b>Proporció</b>	<b>Valors</b>
<b>Humitat %</b>	<30	
<b>Granulometria</b>		
<b>Secció (cm<sup>2</sup>)</b>	<10	
• Fracció principal (mm)	60-100%	11,2-63
• Elements fins (mm)	màx. 20% màx. 4%	1-11,2 <1
• Elements gruixuts (mm)	màx. 20%	>63
• Longitud (mm)	<250	

Font: <http://www.forestal.cat>

### Humitat

La humitat és variable en l'estella, oscil·la entre el 20-40% en base humida. L'ideal pel consum és inferior al 30%.

### Poder calorífic

Variable segons la humitat i també, però en menor mesura, segons el tipus de fusta. El valor estàndard és de 3.500 kWh/tona al 30% en base humida de combustible.

### Densitat aparent

Depenent del % d'humitat i la granulometria, normalment és superior a 200 kg/m<sup>3</sup> aparent.

### Preu orientatiu actual

Estella industrial: 30-50 €/t

Estella de gestió forestal: 85-120 €/t al 30% en base humida.

### Avantatges

El seu cost de producció és relativament baix, ja que requereix un procés d'elaboració necessari menor que el pèl·let o la briqueta.

Potencia la gestió forestal, ja que permet valorar la fusta que actualment té una sortida limitada en el mercat. Estan estandaritzades a nivell europeu.

### Inconvenients

És un material difícil de transportar i manipular. Es necessita un assecat previ al seu consum en calderes domèstiques i un considerable control de qualitat. Necessiten un major espai d'emmagatzematge ja que són més denses que els pèl·lets, i el seu transport es recomana en distàncies menors a 50 km.



Font: [www.forgav.cat](http://www.forgav.cat)

## 2.6.3 Pèl·let.

### Descripció

El pèl·let està compost per material lignocel·lulòsic compactat de granulometria petita i humitat inferior al 12% en base humida. Acostumen a ser uns cilindres de 6 a 30 mm de diàmetre i entre 10 i 70 mm de longitud. La compactació facilita la manipulació, augmenta el seu valor energètic per unitat de volum i disminueix els costos de transport.



### Origen i obtenció

El material necessari per a la fabricació dels pèl·lets requereix absència d'impureses i una humitat molt reduïda inferior al 12%bh. Si s'utilitzen restes forestals acabades de tallar, presenten una humitat del 50%bh i per això requereixen d'un assecat forçat previ, el qual provoca un encariment del producte.

Normalment s'empren subproductes de la indústria de la fusta.

Si el material presenta impureses tals com sorra o àrids de la pols, redueixen el poder calorífic i pot fer malbé la matriu de fabricació del pèl·let.

### Humitat

Acostuma a estar per sota del 10% en base humida, i sempre ha d'estar per sota del 15 % en base humida.

### Poder calorífic

Normalment per sobre de 4.000 kWh/t<sub>10%bh</sub>, pèl·lets de gran qualitat poden arribar a més de 5.000 kWh/t<sub>10%bh</sub>.

### Cendres

Menys del 3% del pes sec, si és de bona qualitat presentarà menys del 0,5% del pes sec de cendres.

### Densitat aparent

Els valors normals oscil·len entre 600 i 650 kg/m<sup>3</sup>, que sol ser el valor de referència.

### Preu orientatiu

Entre 150 i 200 €/t segons la qualitat del pèl·let.

### Avantatges

Presenta característiques d'humitat, densitat i granulometria constants i homogènies, i un elevat poder calorífic. El seu transport i manipulació són fàcils. Requereix menor espai per a la sitja que l'estella. La poca quantitat de cendres redueix molt la necessitat d'operació i manteniment. És un producte de comercialització a nivell internacional, amb una composició estàndard a nivell europeu.

### Inconvenients

El seu preu és elevat en comparació amb els altres combustibles biomàssics, causat majoritàriament pel procés de compactació. No comporta gestió forestal ja que principalment és un subproducte de la indústria.

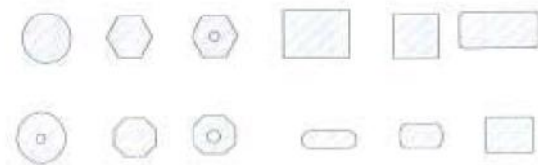


Font: [www.bricolari.com](http://www.bricolari.com)

#### 2.6.4 Briquetes.

##### Descripció

Les briquetes o bloc sòlid de combustible, presenten una forma cilíndrica d'una longitud de entre els 5 i 30 cm, i un diàmetre de 5 a 13 cm.



Diferents tipus de seccions de briquetes al mercat.

##### Origen i obtenció

La matèria primera principal són encenalls, estelles i serradures, però sovint es fabriquen amb diferents materials compactats. També s'inclouen materials residuals com fusta usada, canya de sucre, paper, closques d'arròs, etc.

El tipus de briqueta més utilitzada és la de serradures compactades, les quals no necessiten cap tipus d'aglomerant, ja que la pròpia lignina del material actua com a lligant natural, si està al seu punt òptim d'humitat.

##### Humitat

Acostuma a estar per sota del 10% en base humida, sempre ha d'estar per sota del 15%bh.

##### Poder calorífic

El valor normal és de 5.200 kWh/t<sub>10%bh</sub>.

### Cendres

Normalment presenten menys del 3% del pes sec en cendres, i si són de bona qualitat haurien de tenir menys del 0,5% del pes sec en cendres.

### Densitat

Tenen una densitat elevada, entre 1.000 i 1.300 kg/m<sup>3</sup>, són aptes per calderes de llenya, on l'alimentació de la caldera es fa manualment. També existeixen calderes de briquetes automàtiques.

### Preu orientatiu

Oscil·la entre 150-200 €/t depenen de la qualitat.

### Avantatges

Les briquetes presenten un elevat poder calorífic, i com els pèl·lets, també té característiques d'humitat, densitat i granulometria constants i homogènies que faciliten el transport i la manipulació, en comparació amb la llenya. El contingut en cendres és molt baix, es comercialitza a nivell internacional amb una composició estàndard a nivell europeu.

### Inconvenients

A causa del seu procés de compactació presenta un preu elevat. És majoritàriament un subproducte de la indústria, i per això no intervé directament en la gestió forestal.



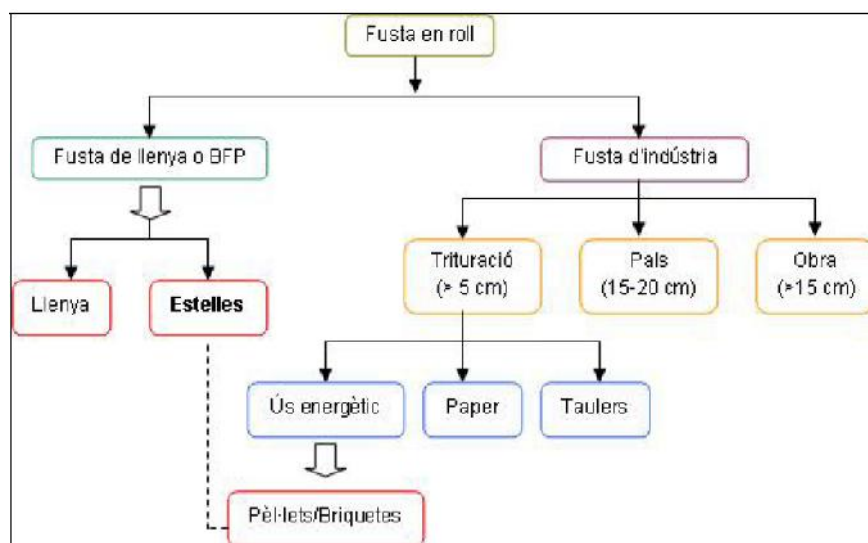
Font: [www.ua.all.biz](http://www.ua.all.biz)

## **2.7 Logística d'aprofitament i obtenció de biomassa com a combustible.**

Durant l'aprofitament forestal de la fusta, de forma general, es classifica segons els possibles destins que pugui tenir el material, en funció del diàmetre i la qualitat.

El procés d'aprofitament inclou des de la tallada de l'arbre fins el transport al lloc d'emmagatzematge, i el subministrament inclou el transport dels materials dels magatzems a les sitges i calderes.

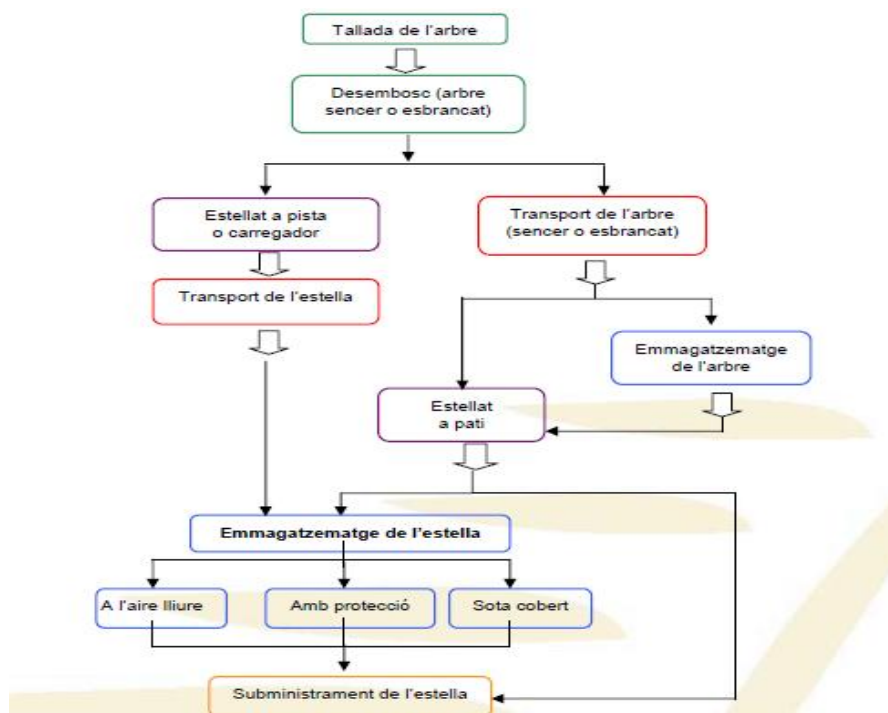
A continuació s'adjunta un esquema dels diferents destins de la fusta en l'aprofitament forestal per a l'obtenció de biomassa, cal recordar que BFP té el significat de Biomassa forestal primària.



Font: <http://infobio.ctfc.cat>

El procés d'aprofitament i subministrament de l'estella comprèn les fases següents:

- Aprofitament amb tallada i desembosc de l'arbre.
- Processat, fent l'estellat a pati o pista.
- Transport de l'arbre o de l'estella segons on es faci el processat.
- Emmagatzematge generalment de l'estella, ocasionalment de l'arbre.
- Subministrament final de l'estella.



Font: <http://infobio.ctfc.cat>

### 2.7.1 Conseqüències de la manipulació i el tractament inadequat del biocombustible.

<b>Circumstància prèvia a la combustió</b>	<b>Conseqüències</b>
<i>Humidificació del biocombustible.</i>	Augment del consum a causa de la disminució del seu poder calorífic.
<i>Contaminació metàl·lica causat per la maquinària i les eines emprades.</i>	Augment del contingut en cendres, incrementant les operacions de manteniment i neteja.
<i>Contaminació pel contacte amb el terra.</i>	Reducció del poder calorífic per l'augment del contingut en silici.
<i>Tractaments químics (pintura, conservants, adhesius...).</i>	Increment del contingut en elements inorgànics i metalls, reduint el poder calorífic i augmentant la quantitat de cendres restant.
<i>Altes temperatures.</i>	Modificació de la durabilitat, consistència i la forma dels pèl·lets.
<i>Contaminació atmosfèrica a causa del trànsit .</i>	Augment de la presència de metalls pesants com el plom, zinc, causant un increment del contingut en cendres.
<i>Presència d'escorça.</i>	Increment del contingut de nitrogen, sofre i clor, donant lloc a més emissions. També s'augmenta el contingut en cendres i com a conseqüència, les operacions de manteniment i neteja.

La corrosió dels elements de la caldera o altres danys que disminueixen la seva vida útil, que provoquen averies i manteniments no programats, també són conseqüències derivades de la contaminació del biocombustible.

## **2.8 Principals beneficis de l'ús de la biomassa forestal.**

Les fortaleeses bàsiques de l'ús de la biomassa es poden classificar en diferents grups depenent del tipus de benefici que comporti, podem observar beneficis socials, ambientals i econòmics.

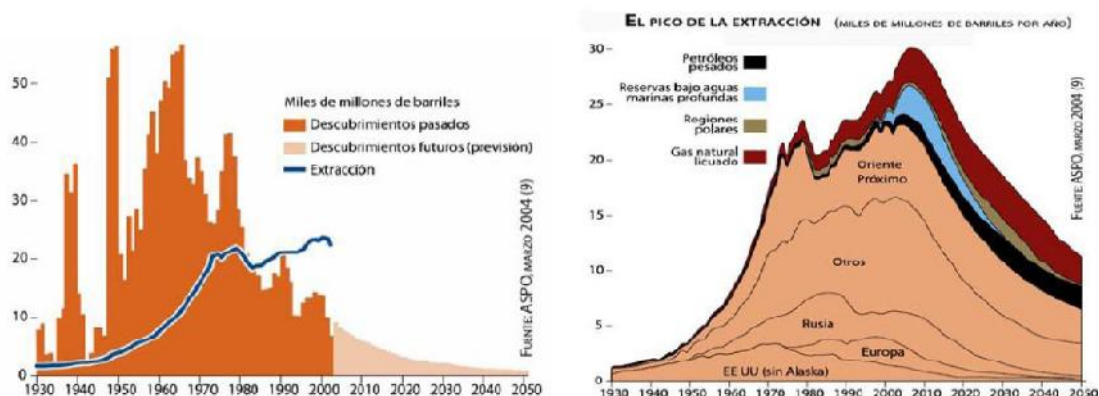
### **2.8.1 Beneficis socials.**

- Creació de nous llocs de treball locals, fixació de la població, incorporació de persones al medi rural.
- Promou la gestió forestal sostenible, millorant així l'estat i la qualitat de les masses forestals.
  - Incidència clara i directa en la disminució del risc d'incendi forestal, com a conseqüència de l'extracció de combustible.
  - Incidència indirecta en la percepció del bosc com a font de riquesa i treball.

### **2.8.2 Beneficis ambientals.**

- Balanç neutre de CO<sub>2</sub>, principal causant de l'efecte hivernacle.
- Poca emissió de sofre en la seva combustió, principal causant de la pluja àcida.
- Balanç energètic positiu.
- Ús de les cendres restants de la combustió com a adob.
- Ús d'una energia renovable provinent d'una gestió forestal sostenible.
- Prevenció d'incendis forestals.
- Reducció del consum de combustibles fòssils perjudicials per la natura, en procés d'extinció al ser no renovables.

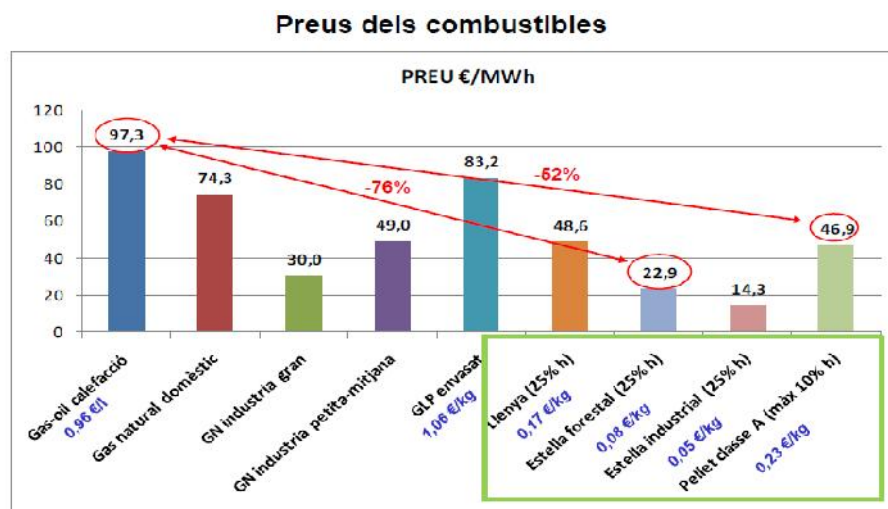
## Teoria del "Peak-oil"



Font: Jornades de la Biomassa el Pont de Suert (8/3/2013), explicació de l'acabament de les reserves de petroli a causa de l'abismal consum actual.

### 2.8.3 Beneficis econòmics.

- Valor afegit local.
- Complementació dels actuals aprofitaments de la fusta, amb la sortida d'un producte poc valoritzat.
- Major estabilitat de preus en el mercat.
- Balanç econòmic positiu, en referència al cost en €/kWh inferior als combustibles fòssils.

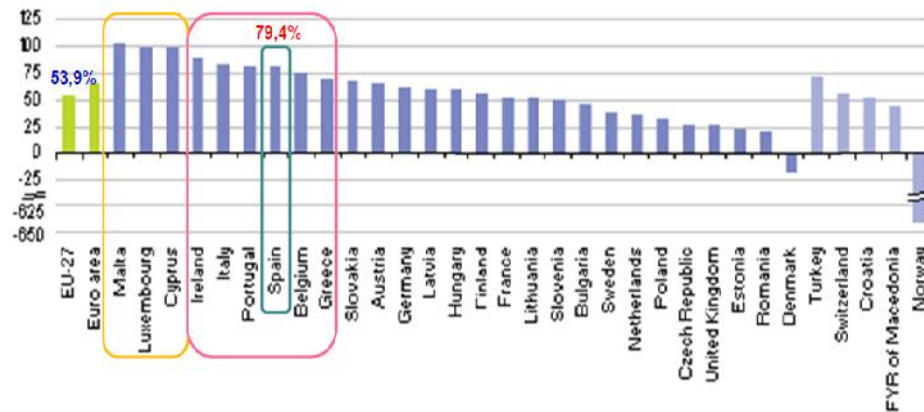


Font: Jornades de la Biomassa el Pont de Suert (8/3/2013)



➤ Disminució de la dependència energètica externa

### Taxa de dependència energètica (UE-27)



#### 2.8.4 Principals inconvenients de l'ús de la biomassa forestal.

Tenint en compte que és un tipus de font d'energia renovable en procés d'expansió i en continu perfeccionament i millora, trobem que en l'actualitat els principals desavantatges són:

- La biomassa té menys densitat energètica que la majoria de combustibles fòssils, la qual cosa comporta que els sistemes d'emmagatzematge siguin més grans.
- Els canals de distribució de la biomassa s'han de desenvolupar molt més, per arribar a nivells de sofisticació equiparables als dels combustibles fòssils.
- Els sistemes d'alimentació del combustible i l'eliminació de les cendres són complexos i requereixen uns costos d'operació i manteniment elevats.
- La biomassa presenta un conjunt de característiques inicials que fan necessaris uns tractaments previs a la seva utilització final.
- Els combustibles es troben dispersos en el territori i la producció és estacional.
- Actualment les tecnologies tenen un cost elevat, i els processos de recollida, transport i emmagatzematge també són cars.

## **2.9 Tipus de calderes de biomassa.**

Actualment les calderes de biomassa han arribat a nivells de fiabilitat equiparables als sistemes habituals de gas o gasoil, per abastir els edificis amb calefacció i aigua calenta sanitària.

Els sistemes moderns de producció d'energia tèrmica amb biomassa forestal requereixen d'una inversió inicial més elevada que en la instal·lació dels sistemes convencionals. Per això lo ideal és emprar les calderes d'alt rendiment per a necessitats tèrmiques constants i elevades, on el preu clarament inferior dels biocombustibles en front dels combustibles fòssils, permet amortitzar ràpidament la inversió, tenint en compte també que el preu del gasoil i del gas no es preveu que baixi en un futur.

L'ús de biomassa forestal primària per a calefacció és recomanable en aquells habitatges que compleixen alguns dels següents requisits:

- De futura nova construcció.
- De pròxima renovació, reforma.
- Tenir una caldera instal·lada amb més de 15 anys, de gasoil o gas natural.
- Presentar una demanda de climatització alta i constant.
- Tenir prou espai per construir una sitja i produir-se la descàrrega del material.

L'ús de biomassa forestal primària per a la generació d'aigua corrent sanitària i calefacció per a ús domèstic és sosté amb una ampla gama d'oferta d'estufes i calderes amb possibilitat de cremar material vegetal de diferents orígens i tipus.

### **2.9.1 Tipus d'instal·lacions segons la potència productiva.**

- **Estufes**, normalment de pèl·lets o llenya, també poden consumir closques de fruits secs, que escalfen una única sala i normalment actuen simultàniament com a elements decoratius. Produeixen calor en forma d'aire calent, els rangs de potència estàndards són de 10-15 kWt.

Les més avançades tecnològicament són les de pèl·let, que poden funcionar de forma automàtica incorporant un dipòsit de 20-30 kg de pèl·lets a la part superior de l'estufa.

Requereixen xemeneia a l'exterior amb dimensions segons especificacions del fabricant. El cost de la instal·lació oscil·la entre els 2.000 i 6.000 €.



Font: Jornades de la Biomassa el Pont de Suert (8/3/2013)

- **Llars de foc tancades** amb comporta transparent practicable que disposen d'un sistema d'aprofitament de la calor generada per aire o aigua.

El rang de potència habitual d'aquestes instal·lacions sol estar entre els 10-15 kW/t, les d'aigua poden arribar als 30kW/t.

Són d'aplicació en habitatges, en vivendes, la llenya és el combustible més habitual.

Les llars de foc d'aire poden tenir sistemes de distribució de l'aire calent que permeten millorar l'eficiència del sistema. Les d'aigua poden alimentar unitats calefactores i a efectes del Reglament d'instal·lacions tèrmiques (RITE) són com calderes. El cost mig de les llars de foc tancades oscil·la entre els 2.000 i 6.000 euros.



Font: Jornades de la Biomassa el Pont de Suert (8/3/2013).

- **Calderes de baixa potència domèstiques**, per a habitatges unifamiliars o construccions de mida reduïda. Produeixen calor en forma d'aigua calenta. Els rangs de potència habituals oscil·len al voltant dels 70 kWt.

Són un mercat incipient i amb un gran potencial de creixement ja que la majoria de les calderes que s'estan instal·lant actualment són importades països europeus com Àustria o Itàlia.

Poden funcionar amb diversos combustibles; pèl·lets, estelles, closques de fruits secs, i algunes fins i tot poden funcionar amb troncs de llenya.



Font: Jornades de la Biomassa el Pont de Suert (8/3/2013)

- **Calderes mitjanes i grans**, dissenyades per a un bloc o edifici d'habitatges, que actuen com a calefacció centralitzada en moltes ocasions, o calderes dissenyades per aplicacions en indústries, en edificis grans del sector terciari (poliesportius, hotels) i en instal·lacions agropecuàries.

El rang mig de potència supera els 70 kWt.

En el cas de les indústries es poden produir fluids tèrmics com vapor, oli tèrmic o gasos calents. També poden incorporar processos de producció de fred amb màquina d'absorció.

Poden funcionar amb una gran varietat de biocombustibles.

Segons el Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis, article 15, és obligatòria la participació d'un facultatiu competent per a la realització d'un projecte per instal·lar calderes d'aquest tipus, i també s'ha d'ubicar en un local tècnic o sala de màquines acomplint una sèrie d'obligatorietats tèrmiques i de seguretat.

El cost de les instal·lacions oscil·la entre els 150 – 600 €/kWt.



Font: Jornades de la Biomassa el Pont de Suert (8/3/2013).

- Centrals tèrmiques que escalfen varis instal·lacions o grup d'habitatges, les anomenades **Xarxes de calor, district heating**.

Les xarxes de calor i fred representen a Europa calefacció per a 64 milions de persones, un 16% de la població europea.

Subministrament de 350 TW/hora de calor i 3 TW/hora de fred, és a dir el 10% de la demanda de calor i el 2% de la demanda de fred.

Una reducció de 113 milions de tones de CO<sub>2</sub>

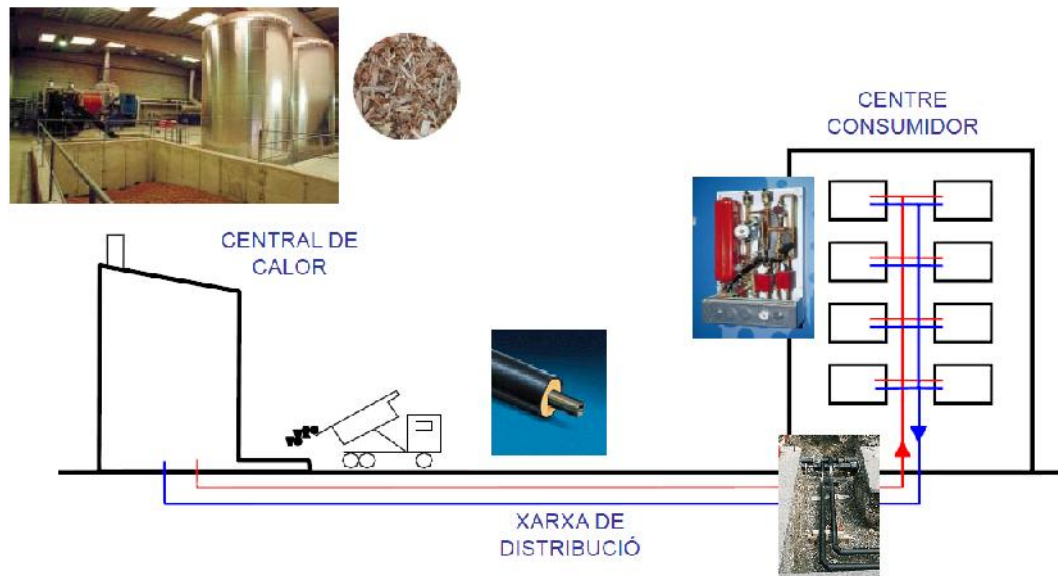
A Catalunya es comptabilitzen un total de 24 instal·lacions de xarxes de calor, amb una potència de 21 MW



Font: Jornades de la Biomassa el Pont de Suert (8/3/2013)

Els principals avantatges d'aquest tipus de generació d'energia tèrmica són:

- Millor eficiència energètica.
- Reducció de les emissions d'elements contaminants.
- Reducció de sorolls i vibracions associats als equips convencionals.
- Fàcil adaptació a la demanda d'energia tèrmica



Font: Infobiomassa.cat

Actualment a Espanya hi ha normatives que dificulten la implantació d'aquests sistemes de xarxes de calor, ja que els permisos per poder passar conductes de distribució d'energia tèrmica, en aquest cas, d'una banda d'un carrer a l'altra, són bastant difícils d'aconseguir; en canvi els permisos per passar conductes de gas són bastant més assequibles. L'ús d'aquesta tecnologia és una realitat a Europa, s'espera que d'aquí uns anys, la situació estigui més normalitzada a la Península, i hi hagi més facilitats per instaurar-la com a font principal de calefacció i aigua calenta.

Alguns exemples d'instal·lacions de xarxa de calor elaborats a Catalunya poden ser:

### ***Xarxa de calor municipal amb biomassa a Ribes de Freser (Girona)***

Projecte promogut per l'ajuntament de Ribes de Freser, executat l'any 2012.

Contracte de construcció, instal·lació i explotació a 20 anys amb una Empresa de Serveis Energètics.



Abasteix a 7 edificis municipals, amb una potència instal·lada de 750 kW, i una demanda energètica de 752.783 kWh/any. Consumeix 340 tones/any d'estella forestal, amb un estalvi de 310 tones de CO<sub>2</sub>/any.

La inversió total fou de 964.000 €, amb una subvenció de 271.394 €.



Plànol dels edificis abastits amb la xarxa de calor de Ribes de Freser.

Font: Jornades de la Biomassa el Pont de Suert (8/3/2013)

### ***Xarxa de calor amb biomassa a la Vall de Sau***

Xarxa de petites dimensions, de calor a la Vall de Sau (hotel, granja i habitatge familiar).

La potència de la caldera de biomassa és de 400 kW, amb una sitja de 30 m<sup>3</sup> de capacitat, per l'emmagatzematge d'estella forestal.

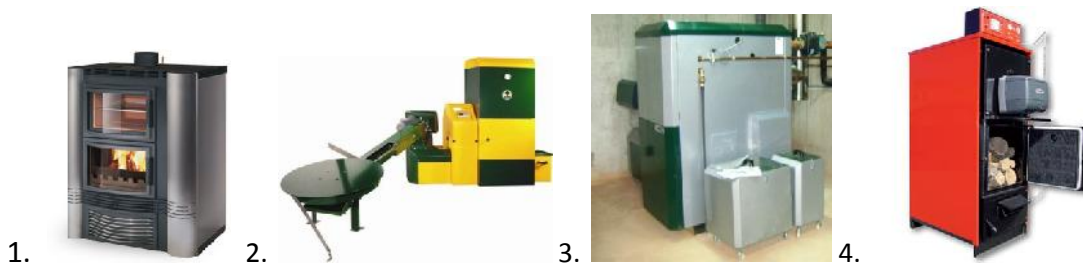
Funciona des del 2009.



Font: Jornades de la Biomassa el Pont de Suert (8/3/2013)

### 2.9.2 Tipus de calderes segons el tipus de combustible.

1. Calderes de llenya, de mida petita, molt eficients i de baix cost.
2. Calderes específiques de pèl·let, de mida petita (fins a 40 kW), altament eficients i de baix cost.
3. Calderes d'estella, de mida mitjana o gran, molt eficients i una mica més cares que les de pèl·lets.
4. Calderes mixtes o policombustibles, de mida mitjana (potències de 25 kW fins a 150 kW) o gran (potències superiors als 200 kW), i poden absorbir qualsevol tipus de biocombustible, des de pèl·lets, estelles, llenya, fins a pinyols d'oliva, restes de poda, closques de fruits secs..., escollint el combustible en funció del millor preu segons la disponibilitat local. Policombustibles no vol dir que admetin varis combustibles simultàniament sinó que es pot canviar de combustible si es programa la caldera.





### 2.9.3 Tipus de caldera segons la tecnologia utilitzada.

- Calderes convencionals adaptades per biomassa: Adaptació d'antigues calderes de carbó per a poder utilitzar biomassa o col·locació d'un cremador de biomassa en calderes de gasoil.

La seva eficiència acostuma a ser inferior a la resta de calderes (75-85%), ja que solen ser semiautomàtiques, i al no estar dissenyades específicament per aquesta funció, no disposen de sistemes específics de manteniment i neteja.

- Calderes estàndard de biomassa: Tipus de calderes dissenyades específicament per a un combustible determinat ( pèl·lets, llenya, estella...), poden arribar fins al 92% de rendiment. Acostumen a ser calderes automàtiques, ja que solen disposar de sistemes d'alimentació de combustible automàtics, extracció de cendres i neteja del intercanviador.
- Calderes mixtes: Tipus de caldera que permet l'ús alternatiu de dos combustibles en funció de les necessitats ergonòmiques o de subministrament de cada situació. Requereixen d'un emmagatzematge i un sistema d'alimentació de la caldera per a cada combustible, per això el cost de la inversió inicial és més alt que en altres tipus de tecnologia. Presenten un rendiment bastant alt, del 92%, i són totalment automàtiques.
- Calderes de pèl·lets a condensació: Maquinària petita, automàtica i per a ús exclusiu de pèl·lets, aquestes calderes recuperen la calor latent de condensació contingut al combustible, baixant progressivament la temperatura dels gasos fins que es condensa el vapor d'aigua al intercanviador. Mitjançant aquest tipus de tecnologia, l'estalvi de pèl·lets és del 15% respecte una combustió normal, aconseguint així els rendiments més alts del mercat, fins al 103% respecte del poder calorífic inferior.



Font: [calorconbiomasa.blogspot.com.es](http://calorconbiomasa.blogspot.com.es) Caldera de condensació fabricada l'any 2004 i comercialitzada a Alemanya i Àustria, l'any 2009 ja estava totalment normalitzada.

#### 2.9.4 Aspectes per a tenir en consideració a l'hora d'elegir una caldera.

En l'elecció d'un tipus de caldera de biomassa o un altre, hi ha un conjunt d'aspectes que s'han de tenir en compte prèviament.

- Disponibilitat d'espai: Cadascun dels diferents sistemes de calefacció amb biomassa té unes exigències concretes d'espai, normalment majors als sistemes convencionals. S'ha de disposar d'espai suficient per a la caldera, i en algunes ocasions per la sitja i accés dels camions subministradors del combustible.
- Consum anual estimat: A partir de la potència necessària per abastir els requeriments de cada cas, s'optarà per calderes de més o menys kW.
- Capacitat del dipòsit: S'ha de tenir en compte la quantitat de combustible que es necessitarà anualment per abastir l'edificació corresponent, i construir el dipòsit de combustible emmagatzemador adient.
- Garantia de subministrament del producte: S'ha de poder assegurar el subministrament a mitjà o llarg termini, per poder elegir quin tipus de biomassa serà la que s'utilitzarà com a combustible, i com a conseqüència la caldera especialitzada en cremar aquell biocombustible concret. El subministrament d'estella i llenya és molt recomanable a distàncies curtes, no superiors a 50 km, mentre que el pèl·let facilita el seu transport per distàncies més llargues ja que té una densitat energètica més elevada.
- Manteniment de la caldera: Les calderes més modernes ja presenten sistemes automàtics de neteja, però si no n'hi ha, és necessari planificar la retirada periòdica de les cendres dels intercanviadors de calor. També s'ha d'estar alerta amb el nivell de combustible a la sitja d'emmagatzematge, i planificar el seu compliment per tal d'evitar la falta de subministrament en algun moment concret.
- Servei tècnic: L'ideal és poder tenir un servei tècnic de confiança i proper a la instal·lació per solucionar de forma ràpida i eficaç qualsevol problema amb el funcionament de la caldera.

### 3. Principals esdeveniments a Catalunya

#### 3.1 II Fira de la Biomassa a Catalunya, Vic.

El dissabte 23 de febrer del 2013 va acabar la segona Fira de Biomassa Forestal de Catalunya, la qual va durar 3 dies, on 104 expositors van ocupar 148 espais, informant sobre la temàtica principal de la fira, venent els seus productes, ja siguin combustibles, calderes, maquinària etc..., i acollint una gran quantitat de públic, professional i particular.



Font: Fotografies preses durant la visita a la Fira de Biomassa Forestal de Vic.

Un 11% dels visitants foren de la pròpia ciutat de Vic, el 28,57% procedents de la comarca d'Osona, un 56% de la resta de Catalunya i un 4,43% de diferents punts de l'estat espanyol.

Una de les principals innovacions que oferia la fira era les trobades professionals anomenades marchmaking event, es van desenvolupar durant el dijous 20 de febrer. El seu principal objectiu ha estat posar en contacte diferents agents de la cadena de valor de la biomassa forestal, és a dir, empreses forestals, propietaris, productors de biomassa forestal, comercials, empreses instal·ladores i usuaris potencials, entre d'altres, agrupant un total de 38 empreses a l'esdeveniment.

L'aprofitament de la biomassa forestal com a font d'energia es presenta com una oportunitat fantàstica de crear noves empreses, generar ocupació i promoure la gestió forestal.

L'execució de la segona Fira de la Biomassa forestal de Catalunya, així com la contemplació de la biomassa com un dels eixos estratègics en el Pla de l'Energia i Canvi Climàtic de Catalunya 2012-2020, són clars indicadors de la importància que assolirà aquesta font d'energia en el futur més pròxim.

En la Fira vaig poder contemplar diferents tipus d'empreses dedicades al sector o temes relacionats.

Hi havia molta quantitat d'empreses venedores de calderes, cadascuna especialitzada en un o en un parell de tipus de combustibles biomàssics, i amb la competència de preus i rendiments corresponents.



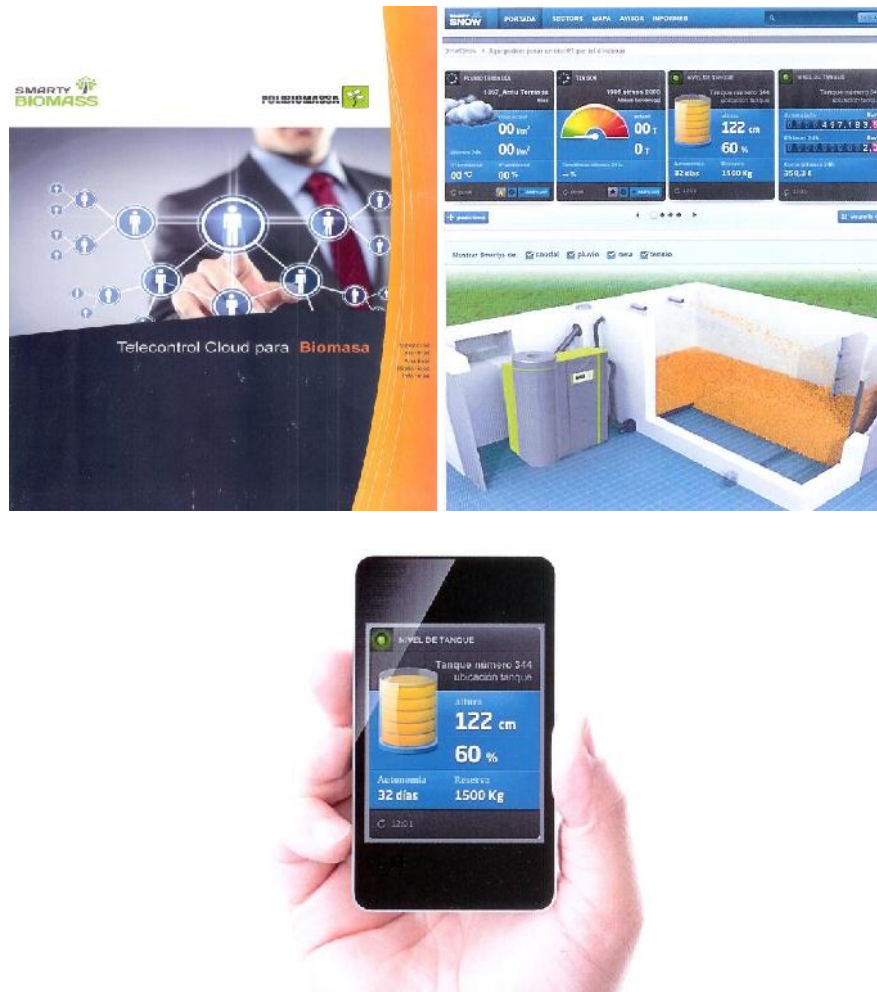
Font: Prospectes publicitaris obtinguts a la Fira de Biomassa forestal de Vic.

També s'hi podien trobar empreses que oferien estufes de disseny completament integrades en l'estètica dels nous habitatges.



Font: Prospectes publicitaris obtinguts a la Fira de Biomassa forestal de Vic.

Les empreses més innovadores ja ofereixen serveis de control de les instal·lacions de biomassa a través d'Internet i d'aplicacions dels telèfons mòbils d'última generació.

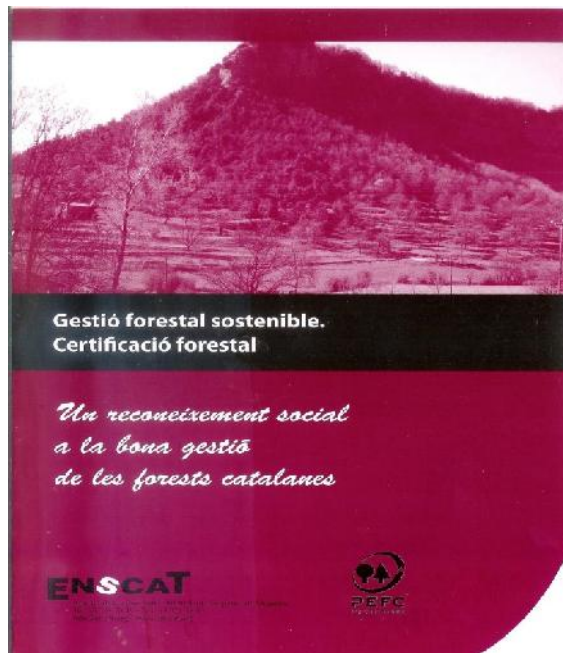


Font: Prospectes publicitaris obtinguts a la Fira de Biomassa forestal de Vic.

L'obtenció del combustible de les masses forestals, no es pot duu a terme sense garantir que la gestió forestal emprada al bosc compleix amb uns criteris i uns indicadors establerts per diferents entitats que certifiquen l'origen sostenible d'aquell material a utilitzar. Aquestes empreses també van participar en la II Fira de Biomassa forestal.







Font: Prospectes publicitaris obtinguts a la Fira de Biomassa forestal de Vic.

Durant la visita, podies obtenir mostres dels diferents tipus de biomassa forestal destinada a l'obtenció d'energia que oferien les empreses comercials i productores del biocombustible.



Font: Fotografia pròpia de les mostres. Prospecte publicitari de la Fira de Biomassa.

Per finalitzar la Fira es varen fer dues conferències relacionades amb la temàtica de les energies renovables i l'ús de la biomassa.

En la primera va parlar Enric Llarch, economista especialitzat en l'economia regional i urbana, i en el sector dels serveis i de la innovació. Ha treballat en el Centre d'estudis de Planificació de l'Ajuntament de Barcelona, i en la Cambra de Comerç i Diputació de la mateixa. També és el director de la revista Paradigmes, economia productiva i del coneixement de la Generalitat de Catalunya, i col·labora amb varis medis com La Vanguardia o [www.economiadigital.cat](http://www.economiadigital.cat).

La seva ponència titulada "De la Biomassa a l'economia verda, una oportunitat de futur" tractava temes com la responsabilitat social en la cura del medi ambient, la importància de l'estalvi de costos que es produeix en consumir productes propers, estalviant energia i millorant l'economia local, entre d'altres.

Va mostrar certes dades que evidencien que Espanya, des de l'arribada de la crisi, ha descendit esglaons en l'escala de països de la Unió Europea més responsabilitzats amb el medi ambient, concretament del 14é al 26é esglao del 2005 al 2013.

També va parlar de com reduir costos energètics tan en empreses com en vivendes, i de les millors formes per poder economitjar el consum energètic a partir de la compra agrupada, de tenir comptadors digitals i de consumir electricitat en la tarifa nocturna.



Font: Fotografia presa en la visita a la Fira de Biomassa forestal de Catalunya a Vic.  
[www.sostenible.cat](http://www.sostenible.cat)

En la segona locució va parlar Francesc Mauri, llicenciat en geografia per la Universitat de Barcelona, l'any 1985 va treballar durant 3 anys a Catalunya Ràdio com a "home del

temps", posteriorment al 1988, va començar a treballar a Tv3 fins avui en dia, on ja te molt de renom i és bastant famós en el país. Autor de llibres com "Els núvols, guia de camp de l'atmosfera i previsió del temps" y de "Guía de la Atmosfera", forma part també del Servei Meteorològic de Catalunya.

La seva conferència titulada "El canvi climàtic, que hi podem fer?" feia un repàs inicial de les mitjanes de temperatura durant la història de la Terra, des de fa 2 500 000 000 anys fins l'actualitat, explicant els diferents cicles solars i els períodes de glaciacions que ha sofert el nostre planeta.

Va explicar que els 3 elements principals que poden ocasionar un canvi climàtic són, les glaciacions ja anomenades, molt influenciades per la inclinació de l'eix terraqui, ja que modifica l'angle d'incidència dels rajos solars (la propera s'espera d'aquí 15-18000 anys), els cicles solars i les erupcions volcàniques de gran magnitud.

També va parlar breument dels principals símptomes de l'inici del canvi climàtic, com l'augment del nivell del mar, l'acceleració en l'ascens de temperatures mitjanes en les últimes dècades, o l'augment en potència, dimensió i freqüència de fenòmens naturals com huracans, tornados, sequeres extremes, inundacions etc.

Finalment informava de la important font energètica que tenim en els boscos catalans, per explotar, sempre respectant la sostenibilitat de la massa; les avantatges principals que té la biomassa com a font d'energia i la riquesa potencial que pot produir en el territori així com la reducció del risc de grans incendis forestals, per l'extracció de combustible de les masses, i els beneficis de la utilització d'una energia renovable.



Font: Fotografia feta durant la visita a la Fira de Biomassa forestal de Catalunya a Vic.



### **3.2 Jornades de la Biomassa el Pont de Suert.**

El passat 8 de març del 2013, es va duu a terme una jornada tècnica sobre biomassa forestal al Pont de Suert, al Centre Piscícola Ribagorçana.

L'objectiu de la jornada era facilitar als propietaris, gestors forestals, empresaris del sector turístic i ramader i al públic en general les diferents possibilitats que ofereix aquesta font d'energia.

Durant la Jornada van fer les diferents ponències els senyors, Albert Alins i Abad, delegat territorial a l'Alt Pirineu i Aran, Francesc Cano Ibañez, enginyer forestal a la comarca de la Cerdanya, i la senyoreta Anna Ivars Cabrera, enginyera forestal, assessora d'Ajuntaments a la Cerdanya.



Font: Fotografies fetes durant l'assistència a les jornades tècniques, Francesc Cano en la primera, i Albert Alins en la segona, respectivament.

La jornada va començar amb la presentació feta per Albert Alins, posteriorment es va iniciar la primera conferència feta per Francesc Cano en la qual es va parlar dels diferents tipus de biomassa, orígens, poder calòrfic, preus, els diferents tipus de calderes, amb els seus principals avantatges i inconvenients, rendiments i característiques pròpies de cada una, i va finalitzar amb una sèrie d'exemples d'instal·lacions actuals on s'utilitza la biomassa com a font d'energia tèrmica i els seus resultats d'amortització i d'estalvi corresponents.

Tot seguit, Anna Ivars va concloure amb una conferència més enfocada a la situació actual a la comarca de l'Alta Ribagorça, projectant diferents dades d'estudis del gran potencial que té aquest territori per maximitzar l'ús d'aquesta energia renovable i reduir la dependència dels combustibles fòssils, sempre centrant-se en l'obtenció d'energia tèrmica, ja que és on realment dona rendiment la biomassa.

Finalment es va realitzar un torn de preguntes i col·loqui amb els assistents, i una visita a la caldera de biomassa amb estella de la piscina coberta del Pont de Suert, caldera de la marca Herz.



Font: Fotografies fetes durant la visita a la caldera d'estella de les piscines cobertes del Pont de Suert. 1 i 2 fotografies del depòsit d'estella, 3,4 i 5 fotografies de la caldera Herz.

### **3.3 Visita a la Fira de l'oli de les Borges Blanques**

Visita esporàdica a la 50 fira de l'oli a les Borges Blanques, per parlar una estona amb els treballadors de l'empresa comercial de biocombustible, Cotrans Juneda.

Una empresa dedicada a la venda i subministrament de biomassa per a estufes i calderes.

Comercialitzen os d'oliva, closca d'ametlla i pèl·let, amb el servei d'entrega a domicili del client. Treballen per particulars i empresa.



Font: Fotografies pròpies, fetes durant la visita a la fira.



## 4. Estudi de casos

Instal·lacions on s'utilitza la biomassa com a font d'energia tèrmica a Catalunya.

Hotels, cases rurals d'extensions considerables, on la despesa energètica és elevada, situades al nord de Catalunya, en l'alta muntanya.

### 4.1 Cal Fuixet (Aransa, Lles de Cerdanya) – 1471m.



Fonda, hotel de **600 m<sup>2</sup>**, situada a l'alta muntanya de la Cerdanya.

**Anteriorment utilitzaven gasoil** com a combustible, actualment utilitzen **llenya**.

Tenen una caldera de **50 KW**, prou potent per abastir l'hotel amb l'escalfor i la climatització necessària.

La caldera de llenya requereix ser omplerta dos cops al dia.

La **inversió** en la instal·lació de la caldera (model Froling s4) fou de **24.000 euros**.

El consum de gasoil era de 9.000 litres/any, equivalent a **9.000 euros/any**.

Actualment, fruit que la llenya la produeixen ells mateixos i fan la preparació personalment, el cost econòmic en combustible és de **0 euros/any**.

Amb **tres anys** hauran recuperat la inversió, i possiblement abans, ja que el preu del gasoil te previsions de continuar ascendint.

Font: Jornades tècniques de la Biomassa El Pont de Suert, presentació de Francesc Cano.

#### **4.2 Hotel del lago (Puigcerdà) – 1202m.**



Hotel de **1000 m<sup>2</sup>** amb piscina coberta climatitzada.

El combustible utilitzat abans era el **gasoil**, actualment empen el **pèl·let**.

Instal·lació d'una caldera (marca Herz) de **150 KW** de potència, amb un cost de **100.000 euros**.

El consum de gasoil era de **30.000 litres/any**, és a dir **30.000 euros/any** de despesa econòmica en combustible.

En l'actualitat consumeixen **78.000 kg de pèl·let/any**, si tenim present que el preu del pèl·let oscil·la entre 0,15-0,23 euros el kg, gasten **17.000 euros/any** en combustible.

Cada any **estalvien 13.000 euros** mínim.

Font: Jornades tècniques de la Biomassa El Pont de Suert, presentació de Francesc Cano.

#### **4.3 Hotel Roca (Alp) - 1.158m.**



Hotel de **1000 m<sup>2</sup>** de superfície.

Antigament utilitzaven el **gasoil** com a font d'energia tèrmica, en l'actualitat consumeixen **estella** com a combustible.

Han instal·lat una caldera (marca Hargassner) de **75 KW** de potència, la qual ha costat **55.000 euros**.

Consumien **25.000 litres de gasoil/any**, l'equivalent a **25.000 euros/any** de despesa energètica.

Actualment consumeixen **50 tones d'estella/any**, el que significa uns **750 euros/any** de despesa energètica.

En aquest cas l'estalvi anual és considerable.

Font: Jornades tècniques de la Biomassa El Pont de Suert, presentació de Francesc Cano.

## 5. Simulació, estudi de rendibilitat.

En el següent apartat del treball es pretén estudiar els diferents tipus d'instal·lacions de calefacció i aigua corrent sanitària que t'ofereix el mercat en l'actualitat, així com els corresponents combustibles emprats com a font d'energia.

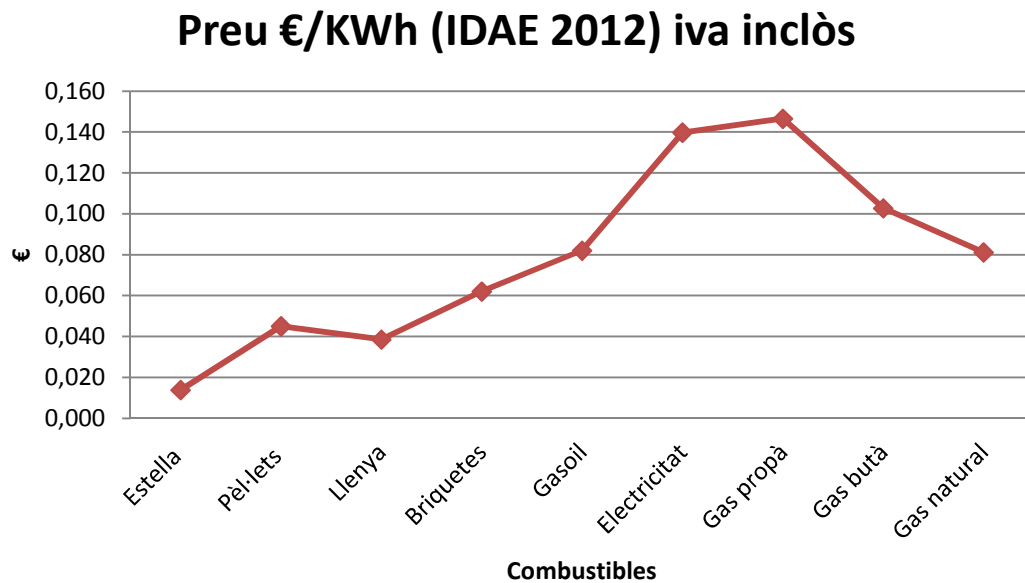
S'analitzen els següents tipus de combustibles:

- Gasoil
- Gas natural
- Gas propà
- Gas butà
- Pèl·let <10% d'humitat.
- Estella, G30 amb <20% d'humitat.
- Llenya, d'alzina.
- Briques
- Electricitat

L'any 2012 romanen aquests preus per quilowatt hora consumit en un habitatge espanyol.

Tipus de combustibles	Preu €/KWh (IDAE) iva inclòs
Estella	0,014
Pèl·lets	0,045
Llenya	0,039
Briques	0,062
Gasoil	0,082
Electricitat	0,140
Gas propà	0,147
Gas butà	0,103
Gas natural	0,081

Font: IDAE (Instituto para la diversificació y ahorro de energía)



Font: Elaboració pròpia.

Fent una primera observació en els preus KWh del 2012, ja es pot apreciar la diferència substancial de preu entre els biocombustibles i les fonts d'energia convencionals. El preu del quilowatt hora produït a partir de biomassa és entre 2 i 3 cops inferior al quilowatt hora proporcionat per les altres fonts d'energia.

A continuació es mostra una taula amb els diferents poders calorífics dels combustibles estudiats.

Tipus de combustibles	PCI (IDAE)
Estella	4,180 KWh/kg
Pèl·lets	5,010 KWh/kg
Llenya	4,420 KWh/kg
Briquetes	5,470 KWh/kg
Gasoil	9,390 KWh/l
Electricitat	1,000 KWhth/Kwhel
Gas propà	12,890 KWh/kg
Gas butà	12,720 KWh/kg
Gas natural	11,627 KWh/m3

Font: IDAE, KWhth és l'equivalent a quilowatt hora tèrmic, KWhel és l'equivalent a quilowatt hora elèctric.



Estudiant l'impacte ambiental causat per la crema de cada tipus de combustible observem les següents dades.

Tipus de combustibles	Emissions CO2
Estella	0,000 kg CO2/kg
Pèl·lets	0,000 kg CO2/kg
Llenya	0,000 kg CO2/kg
Briquetes	0,000 kg CO2/kg
Gasoil	2,790 kg CO2/l
Electricitat	0,635 kg CO2/ Kwhel
Gas propà	2,940 kg CO2/ kg propà
Gas butà	2,960 kg CO2/ kg butà
Gas natural	2,150 kg CO2/ Nm3

Font: IDAE.

El consum de biomassa com a font de combustible es considera nul en relació a l'emissió de diòxid de carboni a l'atmosfera, fruit del balanç neutre donat pel CO<sub>2</sub> consumit per la planta durant el seu creixement, el qual és el mateix que s'allibera un cop es crema la matèria vegetal per a l'obtenció de l'energia final.

### 5.1 Habitatge unifamiliar.

- El primer cas pràctic consisteix en estudiar un habitatge unifamiliar de 200 m<sup>2</sup> localitzat a Catalunya, en una zona de clima mediterrani temperat. La demanda d'energia tèrmica està establerta mitjançant un càlcul base de despesa mitjana, fruit de l'observació de diferents treballs de pressupost energètic per vivendes amb les mateixes dimensions.

En la vivenda hi habiten 5 persones, i gasten al llarg de l'any 3285 KWh en aigua corrent sanitària i 23886 KWh en calefacció, el qual dona un consum anual de 27171 KWh. S'opta per comprar calderes de 30 KW de potència per abastir sense problemes les necessitats anuals d'energia tèrmica.

Dades habitatge unifamiliar	
Superfície útil	200 m2
Intensitat tèrmica	90 W/m2
Potència calefacció	18 KW/dia
Nº persones	5
Litres ACS/ persona*dia	40 l/persona*dia
Potència ACS mitjana/persona	0,45 KW/persona
Potència ACS	2,25 KW/dia
Hores d'ús ACS * dia	4 hores
Potència total (KW*dia)	20,25
Hores anuals calefacció	1327 hores
Consum calefacció	23886 KWh
Consum ACS	3285 KWh
<b>Consum total</b>	<b>27171 KWh/any</b>

Les hores de calefacció s'han calculat mitjançant la següent taula. Suposant que a mitjats d'abril ja no engegum la calefacció i que a mitjats d'octubre es torna a encendre.

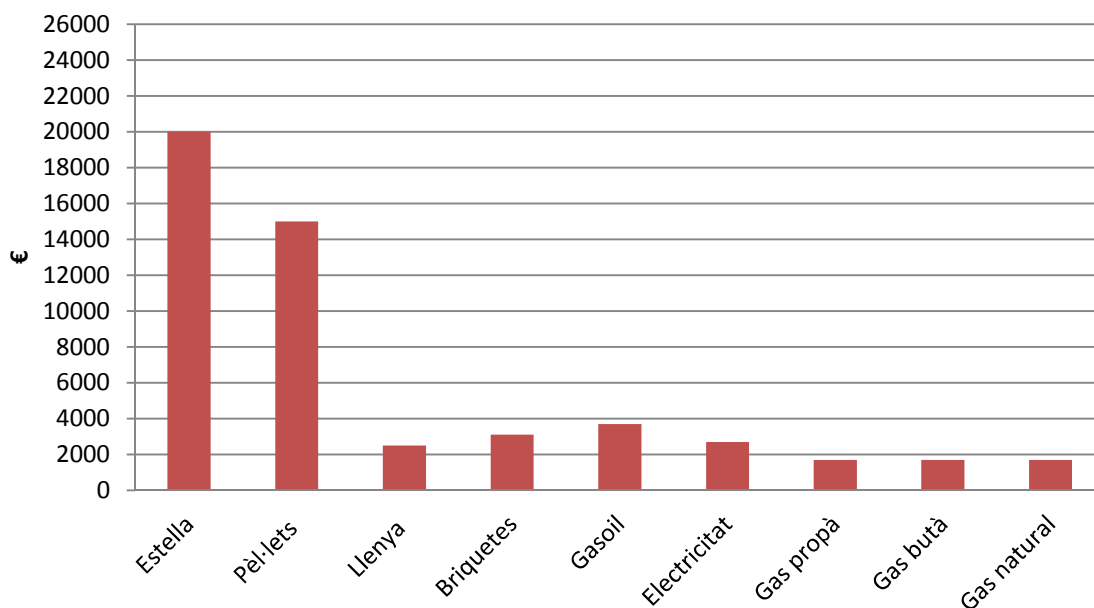
<b>Dies amb calefacció/any</b>		<b>Hores funcionament/dia</b>
Gener	31	8
Febrer	28	8
Març	31	7
Abril	15	5
Maig		
Juny		
Juliol		
Agost		
Setembre		
Octubre	15	5
Novembre	30	8
Desembre	31	8
<b>Anual</b>	<b>181</b>	<b>1327</b> <b>hores/any</b>

La inversió inicial que s'ha de duu a terme per a la instal·lació de les diferents calderes de 30 kW, presenta diferències notables de preus.

<b>Inversió inicial calderes 30 KW</b>	<b>Preu Caldera (€)</b>	<b>Instal·lació (€)</b>	<b>Sitja i sistema d'alimentació (€)</b>	<b>Inversió total (€)</b>
Estella	10000	200	9800	<b>20000</b>
Pèl·lets (Herz)	10000	100	4900	<b>15000</b>
Llenya	2400	100	0	<b>2500</b>
Briquetes	3000	100	0	<b>3100</b>
Gasoil	3000	200	500	<b>3700</b>
Electricitat	2500	200	0	<b>2700</b>
Gas propà	1500	200	0	<b>1700</b>
Gas butà	1500	200	0	<b>1700</b>
Gas natural	1500	200	0	<b>1700</b>

Font: Taula d'elaboració pròpia, dades obtingudes a partir de la comparació de diferents marques de calderes, i treballs del centre tecnològic forestal de Catalunya.

## Inversió inicial



La inversió inicial en l'opció d'instal·lar caldera d'estella o de pèl·let és molt elevada en comparació amb la resta de calderes. No obstant això el preu més baix del combustible, i la modernització de les calderes fent-les notablement més funcionals i automàtiques que les de llenya o briquetes, fan que siguin una molt bona opció per a tenir en compte.

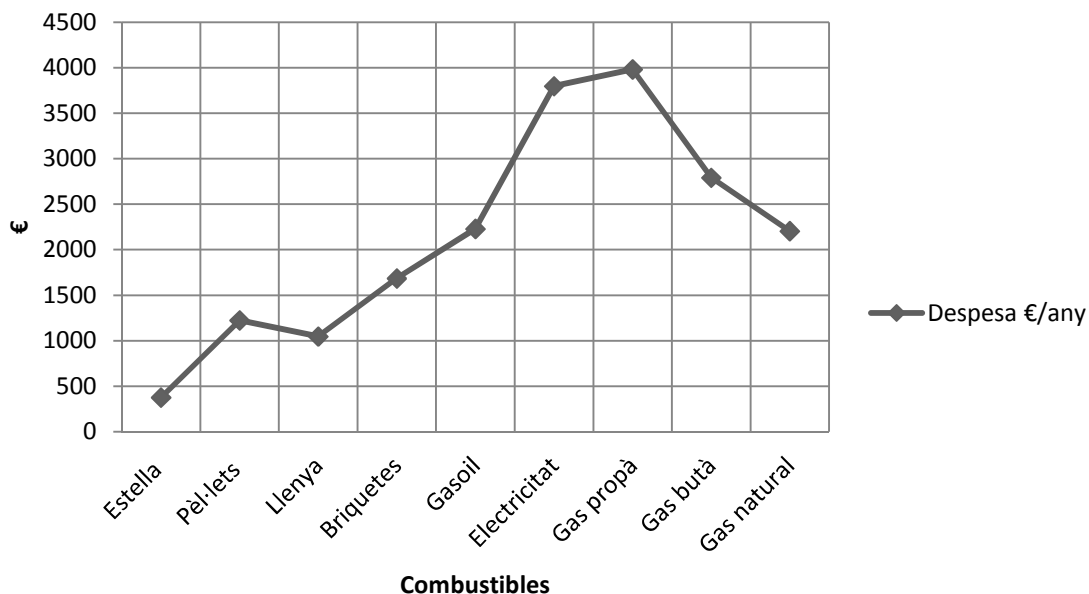
També s'ha de valorar el cost de manteniment que cada tipus de caldera presenta, en aquesta simulació es presenten les següents dades:

Inversió inicial calderes 30 KW	Manteniment anual €
Estella	1000
Pèl·lets	500
Llenya	350
Briqueses	350
Gasoil	400
Electricitat	100
Gas propà	100
Gas butà	100
Gas natural	100

Font: CTFC

Els preus d'alguns combustibles convencionals tenen tendència a augmentar de forma substancial en els darrers anys, per això s'han elaborat els següents gràfics partint de la despesa econòmica que s'hauria d'assolir per a produir 27171 KWh amb cada tipus de combustible, l'any 2013 i en el futur.

## Despesa anual 2013



En la gràfica anterior es pot observar com el cost econòmic dels combustibles derivats de la biomassa és clarament inferior a la resta de fonts d'energia, l'estella és quatre cops més barata que el gasoil, i entre 5 i 8 cops més barata que la resta de combustibles convencionals.

El pèl·let presenta un preu la meitat de car que el gasoil, i entre 3 i 4 cops més barat que la resta de combustibles convencionals, de la mateixa forma succeeix amb la llenya i les briquetes, presentant aquestes últimes un preu lleugerament superior.

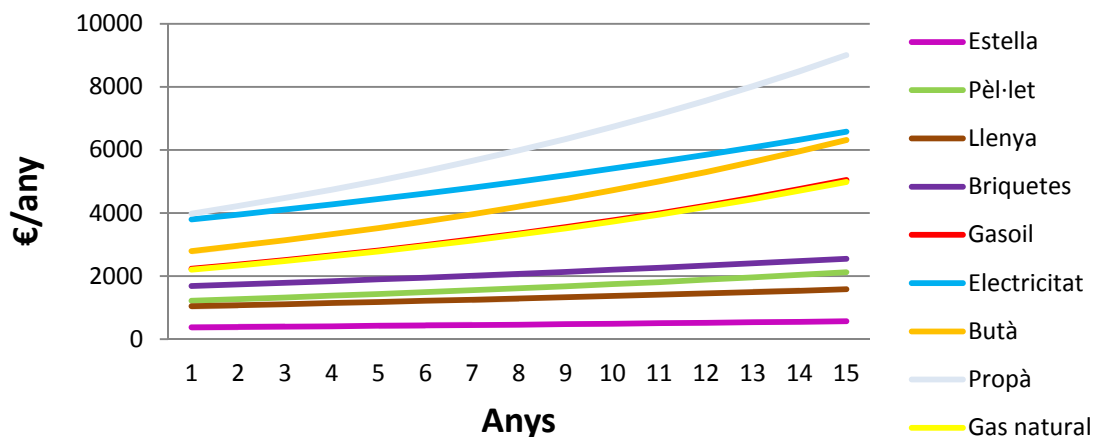
A partir de l'augment anual considerat per a cada tipus de combustible s'obté la següent taula.

Tipus de combustibles	Increment preu del combustible anual
Estella	3%
Pèl·lets	4%
Llenya	3%
Briquetes	3%
Gasoil	6%
Electricitat	4%
Gas propà	6%
Gas butà	6%
Gas natural	6%

Font: IDAE.

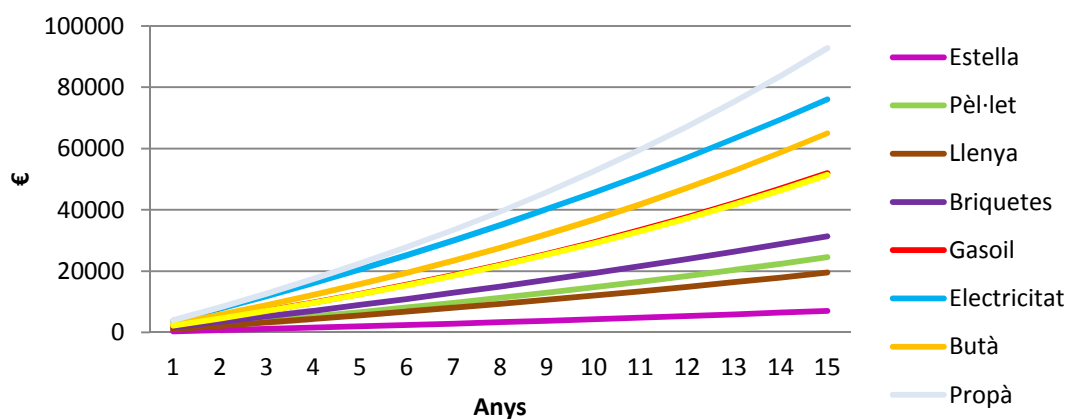
Si tenim en compte 15 anys vista, es pot apreciar de forma inequívoca com surt rentable l'ús de biocombustibles en quan a despesa anual es refereix. El cost econòmic anual de la gràfica està calculat per abastir 27171 KWh, amb l'augment de preus anual esperat de la taula anterior.

### Increment del preu dels combustibles



Els valors totals acumulats dels diferents combustibles.

### Valor acumulat despesa de combustibles



Els combustibles convencionals a la llarga poden arribar a costar ,de forma acumulada, entre 20.000 i 60.000 euros més que els biocombustibles, per això és interessant estudiar la possibilitat d'apostar per la instal·lació de calderes que utilitzin biomassa com a font d'energia, ja que el baix cost del combustible pot fer que al cap de 5-10 anys, depenent de la despesa energètica, es recuperi la inversió i que clarament estalviï grans quantitats de diners.

A continuació s'exposen un seguit de simulacions de despesa energètica, comparatives entre la utilització de gasoil, electricitat o gas natural, en front d'emprar estella o pèl·let en l'habitatge unifamiliar.

En la comparació no es tenen en compte la llenya o les briquetes ja que es consideren instal·lacions menys modernitzades, que funcionen amb carga manual de combustible i que per tant no presenten una ergonomia adequada per vivendes o hotels amb demandes d'energia tèrmica diària. L'estella i el pèl·let ja tenen calderes automatitzades que permeten autoabastir-se durant la seva utilització.

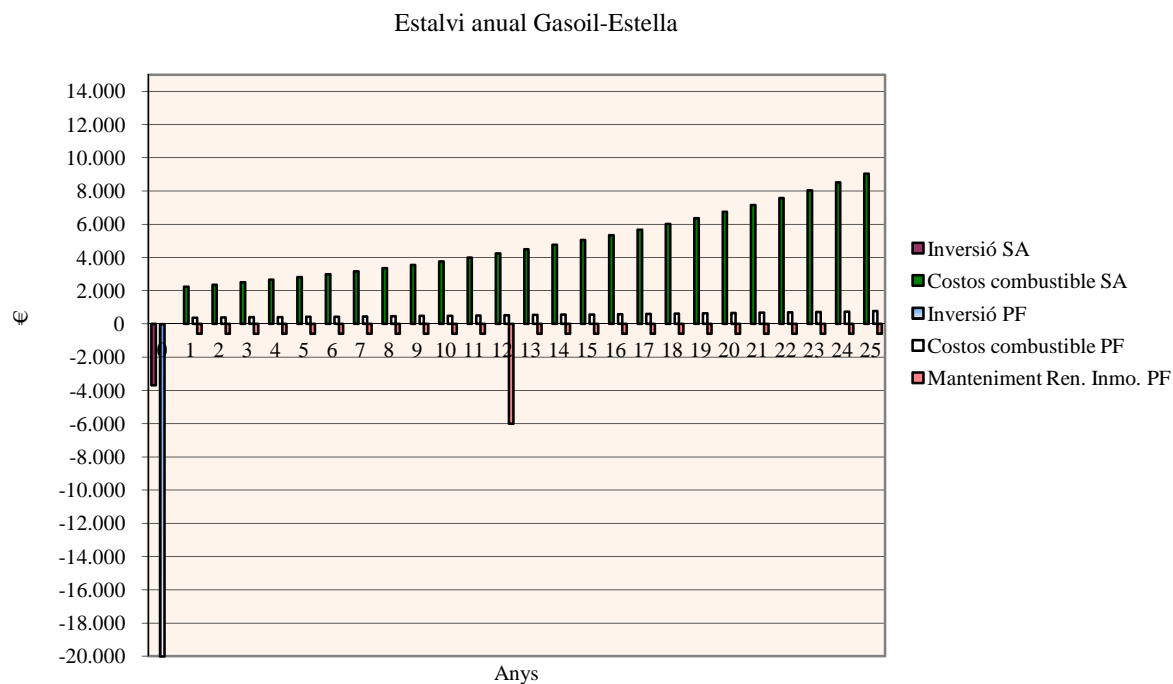
### Gasoil-Estella

Es considera el gasoil com la font de combustible consumida en la situació primera o actual (SA) i l'estella com el biocombustible utilitzat en el projecte futur (PF).

El manteniment presenta uns valors negatius fruit de la diferència de cost en mantenir la caldera de gasoil envers la caldera d'estella, en aquest cas la despesa és de 600 euros anuals de més pel manteniment de la caldera d'estella.

L'any 12 de la inversió es preveu fer una renovació d'immobilitzat amb valor de 6000 euros, per poder duu a terme els canvis de peces corresponents i l'optimització de la caldera.

							i= 5%
Anys	Inversió SA	Costos combustible SA Gasoil	Inversió PF	Costos combustible PF Estella	Manteniment Ren. Immo. PF	Situació diferència Res. PF / SA	VA PF / SA
0	-3.700		-20.000			-16.300	<b>-16.300</b>
1		2230,74		377,68	-600	1.253	<b>1.193</b>
2		2364,58		389,01	-600	1.376	<b>1.248</b>
3		2506,46		400,68	-600	1.506	<b>1.301</b>
4		2656,85		412,70	-600	1.644	<b>1.353</b>
5		2816,26		425,08	-600	1.791	<b>1.403</b>
6		2985,23		437,83	-600	1.947	<b>1.453</b>
7		3164,35		450,97	-600	2.113	<b>1.502</b>
8		3354,21		464,50	-600	2.290	<b>1.550</b>
9		3555,46		478,43	-600	2.477	<b>1.597</b>
10		3768,79		492,78	-600	2.676	<b>1.643</b>
11		3994,91		507,57	-600	2.887	<b>1.688</b>
12		4234,61		522,79	-6.000	-2.288	<b>-1.274</b>
13		4488,69		538,48	-600	3.350	<b>1.777</b>
14		4758,01		554,63	-600	3.603	<b>1.820</b>
15		5043,49		571,27	-600	3.872	<b>1.863</b>
16		5346,10		588,41	-600	4.158	<b>1.905</b>
17		5666,86		606,06	-600	4.461	<b>1.946</b>
18		6006,87		624,24	-600	4.783	<b>1.987</b>
19		6367,29		642,97	-600	5.124	<b>2.028</b>
20		6749,32		662,26	-600	5.487	<b>2.068</b>
21		7154,28		682,13	-600	5.872	<b>2.108</b>
22		7583,54		702,59	-600	6.281	<b>2.147</b>
23		8038,55		723,67	-600	6.715	<b>2.186</b>
24		8520,86		745,38	-600	7.175	<b>2.225</b>
25		9032,12		767,74	-600	7.664	<b>2.263</b>
VAN (0,05) =							<b>24.679</b>
TIR =							<b>13,05%</b>



Com es pot apreciar en la següent taula i gràfica, la inversió inicial en l'aposta per la utilització de l'estella com a font d'energia és notòriament més elevada que en el cas de consumir gasoil. El manteniment de la caldera i la renovació del immobilitzat també tenen un cost superior al de la caldera de gasoil.

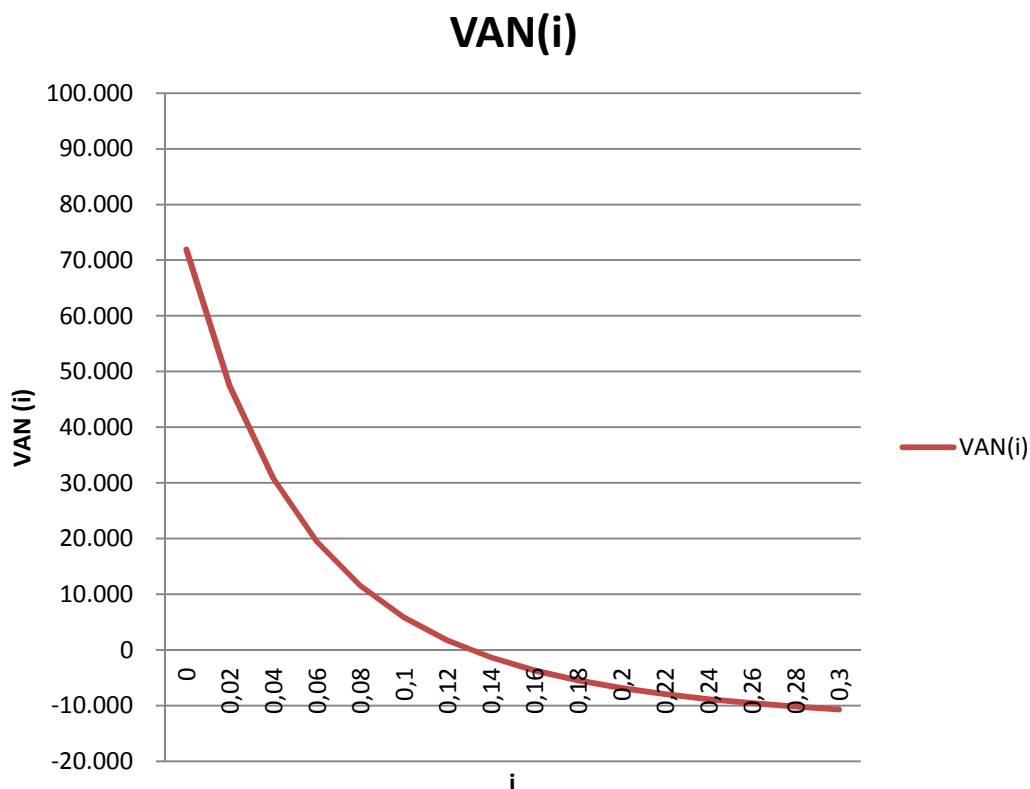
No obstant el preu tant inferior de l'estella (0.014 €/kWh) en comparació amb el gasoil (0.082 €/kWh), compensa clarament aquesta inversió inicial i es pot observar que amb els augments de preu anuals esperats de cada tipus de combustible (estella 3% anual, gasoil 6%), en un termini de 25 anys s'aprecia uns clars indicadors que la inversió és rentable en un futur, una taxa interna de rendiment (TIR) del 13.05% és garantia de rendibilitat, i un Valor actualitzat net (VAN) de 24.679 € és prou important per la butxaca de qualsevol família, almenys per tenir-ho en consideració.

El gràfic de la funció VAN (i) indica els € de guanys nets per cadascun dels valors que pot assolir el tipus "i" de taxa d'actualització anual en el càlcul del VAN.

i	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
VAN (i) €	71.919	47.419	30.882	19.511	11.544	5.858	1.721	-1.345	-3.659	-5.438	-6.830	-7.937	-8.831	-9.564	-10.173	-10.685

Taula d'elaboració del gràfic VAN (i) següent.





Com es pot observar el VAN quan “ $i=0$ ” és de 71919 €, i en canvi quan la “ $i=0,14$ ” (14%) adopta un valor negatiu, -1345 €. Per a la “ $i=0,05$ ” o 5% el VAN és de 24679 €. Per al valor “ $i=0,13$ ” el VAN s’anul·la, és l’anomenada TIR.

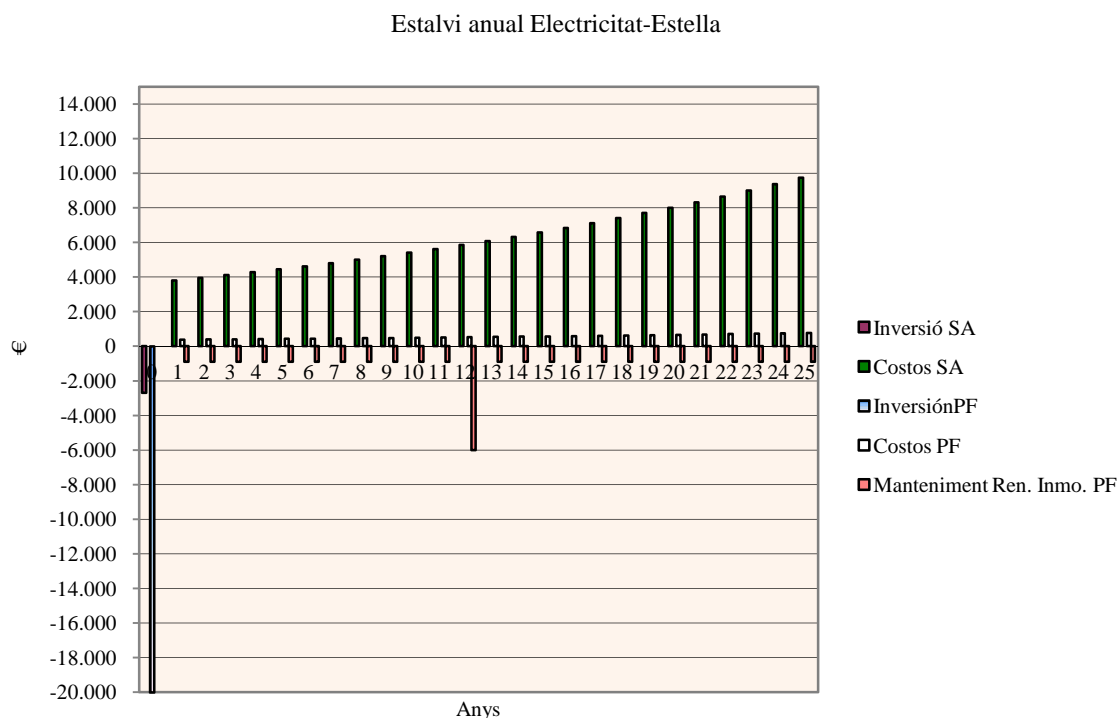
La resta de gràfics de VAN (i) de les següents comparacions simulades, es poden observar en l’annex.

### Electricitat-Estella

En aquest cas es considera l’electricitat com la font d’energia consumida en la situació primera o actual i l’estella com el biocombustible utilitzat en la situació futura.

El manteniment presenta uns valors negatius fruit de la diferència de cost en mantenir la calefacció elèctrica envers la caldera d’estella. En la següent comparativa la diferència de costos de manteniment és de 900 € anuals més per mantenir la caldera d’estella.

En l’any 12 de la inversió es preveu fer una renovació d’immobilitzat amb valor de 6000 €, per ficar la caldera al dia o fer els recanvis necessaris.



La inversió en la caldera elèctrica (2700 €) és inferior a la del gasoil (3700 €) per tant encara hi ha més diferència en quant a preu de la inversió inicial i cost de manteniment anual.

No obstant això, el preu del quilowatt hora elèctric (0.14 €/kWh) és més elevat que el del gasoil, i tot i que la previsió d'increment del preu és del 4% anual i no del 6% com en el cas del gasoil, finalment l'aposta per l'estella encara dona més bons resultats de rendiment econòmic, ja que la TIR considerant 25 anys de vida de la inversió assoleix un 18,57% de valor, prova irrefutable de l'estalvi que s'aconsegueix optant per l'estella. El VAN és de 40789 €.

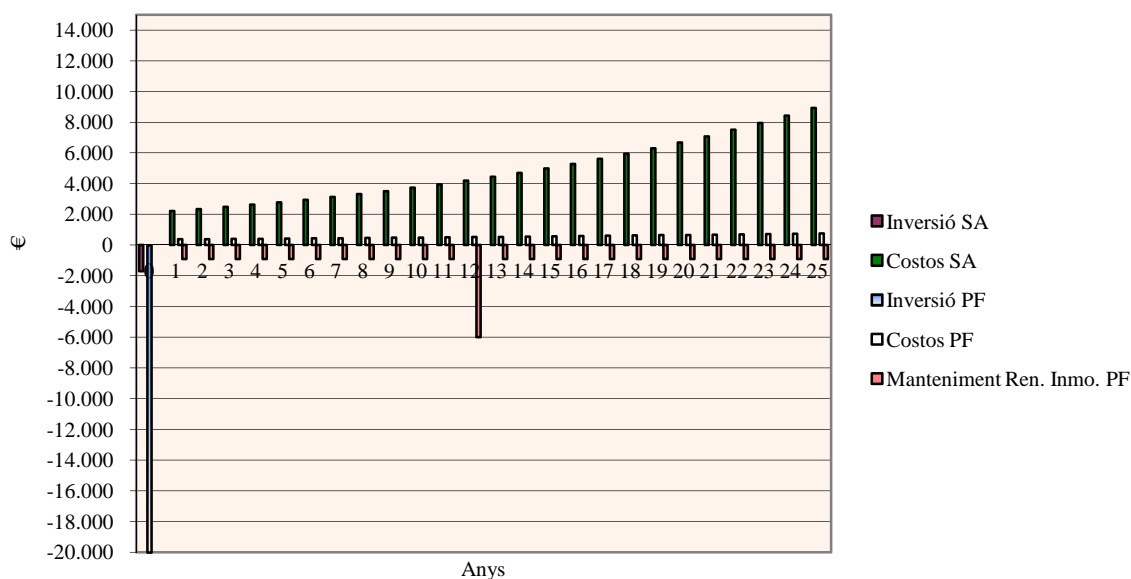
### Gas natural-Estella

Es considera el gas natural com el combustible utilitzat en la situació primera i l'estella com el biocombustible utilitzat en el projecte futur.

El manteniment presenta uns valors negatius fruit de la diferència de cost en mantenir la caldera de gas natural envers la caldera d'estella. En la següent comparativa la diferència de costos de manteniment és de 900 € anuals més pel manteniment de la caldera d'estella.

Durant l'any 12 de la inversió es preveu fer una renovació d'immobilitzat amb valor de 6000€, per canviar aquelles peces desgastades o modernitzar la maquinària.

Estalvi anual Gas natural-Estella



El gas natural és el combustible convencional més barat dels tres estudiats tant en la instal·lació inicial de la caldera (1700 €) com en el preu del quilowatt hora (0.081 €/KWh).

Tot i això el preu tant inferior de l'estella continua fent viable l'aposta per la utilització del biocombustible ja que presenta beneficis econòmics, al cap de 25 anys, la TIR és del 10,41% i el VAN de 17971 €, que sumat als beneficis ambientals i socials que ocasiona, ja que l'estella genera llocs de treball locals perquè s'ha de produir en zones properes a l'habitatge per a que surti rentable i afavoreix la gestió sostenible del bosc, fan prou cridanera l'opció de l'estella per a la calefacció i l'aigua sanitària corrent en aquelles vivendes on la localització i l'oportunitat d'obtenció del combustible ho fan possible.

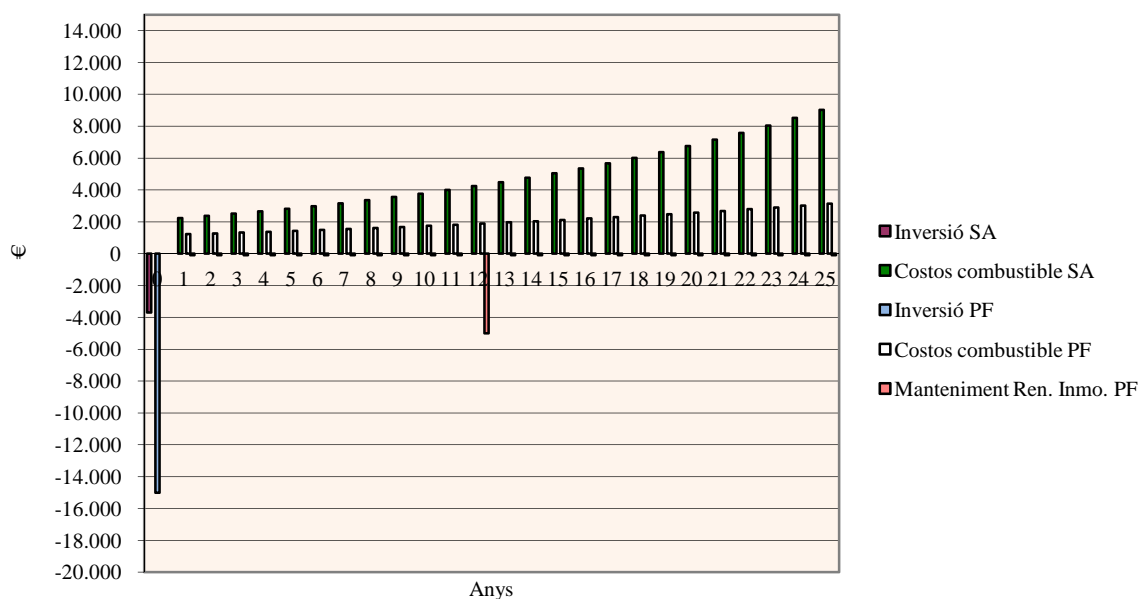
### Gasoil-Pèl·let

Es considera el gasoil com el combustible utilitzat en la situació actual i el pèl·let com el combustible que es vol consumir en la situació futura.

El manteniment presenta uns valors negatius fruit de la diferència de cost en mantenir la caldera de gasoil envers la caldera de pèl·let. En la següent comparativa la diferència de costos de manteniment és de 100 € anuals més pel manteniment de la caldera de pèl·let.

Durant l'any 12 de la inversió es preveu fer una renovació d'immobilitzat amb valor de 5000 €, per poder afrontar la posterior modernització de la maquinària.

Estalvi anual Gasoil-Pèl·let



El cost d'instal·lació de la caldera de pèl·let (15000€) és inferior al cost de la caldera d'estella (20000€), encara que segueix sent molt més elevat que el cost de la instal·lació de la resta de calderes dels combustibles convencionals.

El baix preu del quilowatt hora que presenta el pèl·let (0.045 €/kWh) enfront del preu del quilowatt hora del gasoil (0.082 €/kWh) ocasiona amb el pas dels anys una recuperació de la inversió inicial, i estalvis prou importants com per a tenir en compte el canvi d'instal·lacions, ja que el pèl·let tendirà a no augmentar tant de preu com ho farà el gasoil, en un futur.

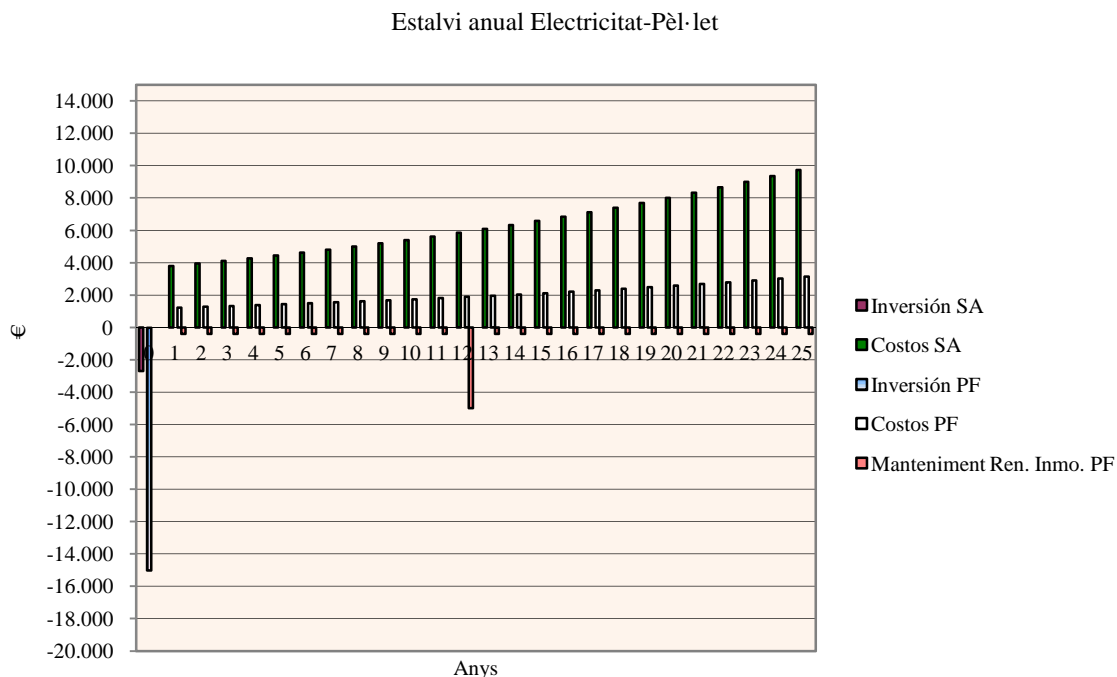
El VAN i el TIR donen valors semblants al cas comparatiu del gasoil amb l'estella. El VAN presenta un valor de 18139 € i la TIR del 13,33%, tots dos indiquen que la inversió és rentable i que pot donar molt bons resultats a llarg termini.

### Electricitat-Pèl·let

Es considera l'electricitat com la font d'energia utilitzat en la situació actual i el pèl·let com el combustible que es vol emprar en la situació futura.

El manteniment presenta uns valors negatius fruit de la diferència de cost en mantenir la calefacció elèctrica envers la caldera de pèl·let. En la següent comparativa la diferència de costos de manteniment és de 400 € anuals més per mantenir la caldera de pèl·let.

En l'any 12 de la inversió es preveu fer una renovació d'immobilitzat amb valor de 5000 €.



La diferència de preu del quilowatt hora entre el pèl·let (0.045 €/kWh) i l'electricitat (0.140 €/kWh) no és tan gran com amb l'estella, i el pèl·let es preveu que tingui una pujada de preus més acusada que l'estella, no obstant això el preu inferior de la caldera de pèl·let i el seu manteniment més barat fa que els resultats de rendiment econòmic siguin lleugerament superiors.

En aquest cas la TIR és del 21.21% i el VAN de 34249 €.

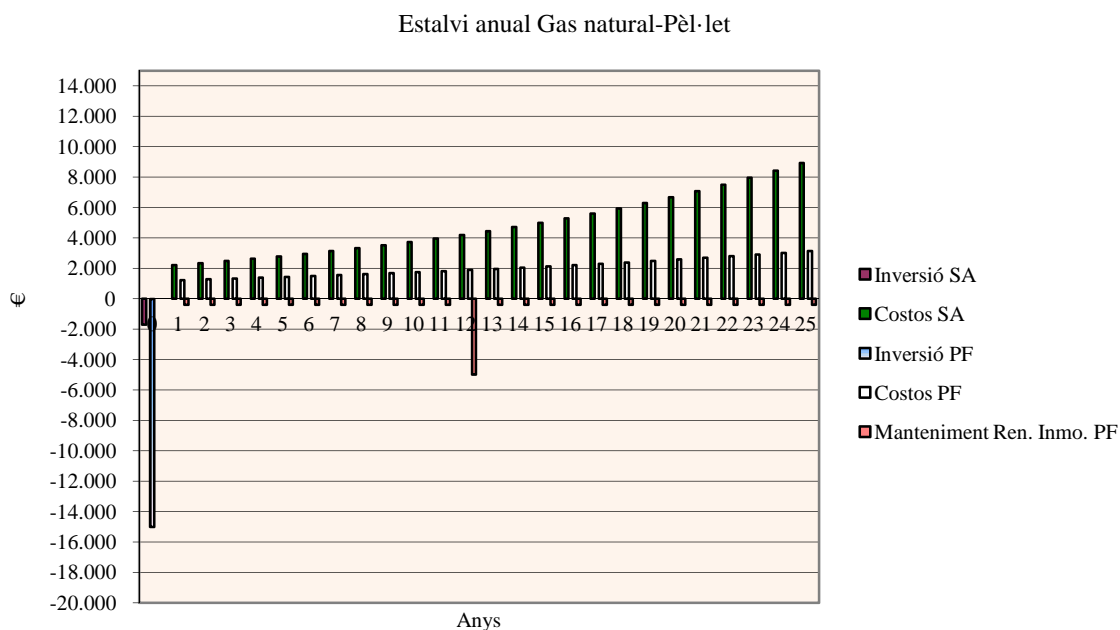
Una TIR del 21% és un valor indubtable en quant al rendiment que dona el canvi d'instal·lació i l'aposta per la utilització de la biomassa enfront dels combustibles convencionals.

### Gas natural-Pèl·let

Es considera el gas natural com el combustible utilitzat en la situació actual i el pèl·let com el biocombustible utilitzat en el projecte futur.

En la següent comparativa la diferència de costos de manteniment és de 400 € anuals de més pel manteniment de la caldera de pèl·let.

Durant l'any 12 de la inversió es preveu fer una renovació d'immobilitzat amb valor de 6000€, per canviar aquelles peces desgastades o modernitzar la maquinària.



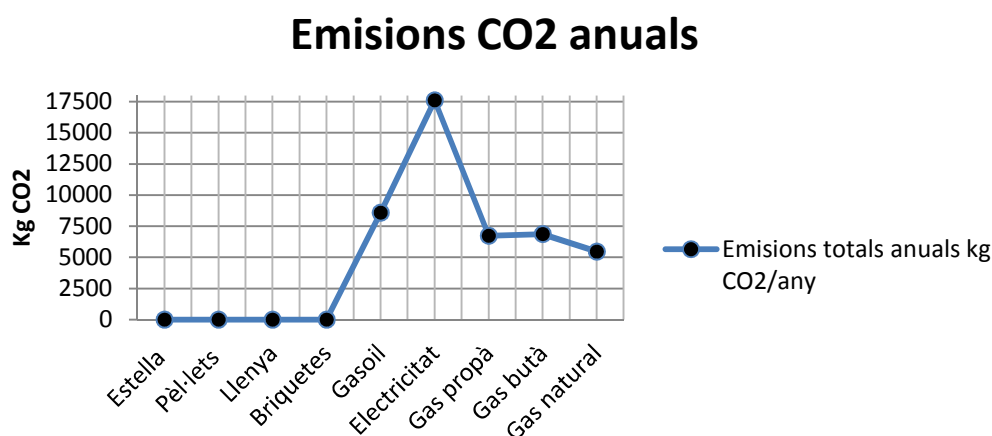
El gas natural presenta un preu del quilowatt hora proper a dos cops el preu del quilowatt hora del pèl·let.

La diferència de cost de la instal·lació és bastant gran, no obstant amb el pas dels anys, l'increment esperat del preu del gas natural fa que l'opció de consumir biomassa surti clarament rentable.

En aquest cas la TIR és del 12.95% i el VAN de 19630 €.

Deixant de banda els factors econòmics, també s'ha de tenir en compte la gran quantitat de CO<sub>2</sub> que s'estalvia d'emissió directa a l'atmosfera, utilitzant la biomassa com a font de combustible, per abastir la demanda de 27171 kWh anuals.

A continuació es pot observar una gràfica on s'aprecia els kilograms de CO<sub>2</sub> emesos anualment per cada tipus de combustible emprat.





La crema de biomassa es considera de balanç neutre enfront a les emissions de CO<sub>2</sub> ja que el diòxid de carboni després és el mateix que s'ha adquirit anteriorment per la vegetació a l'hora de fer la respiració i ser utilitzat per al creixement de la planta.

Es poden arribar a evitar com a mínim 5461,21 kg de CO<sub>2/any</sub> en el cas del gas natural fins al màxim de 17605,7 kg de CO<sub>2/any</sub> en el cas de l'electricitat.

Tenint en consideració que l'estudi està fet per la demanda energètica d'una vivenda familiar està molt clar que els beneficis ambientals d'ús de la biomassa poden assolir nivells gegantins si s'estudia per a edificacions amb una demanda energètica superior, com per exemple en cases rurals, hotels o granges.

## **5.2 Hotel.**

- El segon cas pràctic consisteix en estudiar un hotel de 1000 m<sup>2</sup> localitzat a Catalunya, en una zona de muntanya. La demanda d'energia tèrmica està establerta mitjançant un càlcul base de despesa mitjana, fruit de l'observació de diferents treballs de pressupost energètic per edificacions amb les mateixes dimensions.

L'hotel presenta capacitat per acollir 40 persones amb màxima ocupació, i gasten al llarg de l'any 16425 KWh en aigua corrent sanitària i 132930 KWh en calefacció, el que dona un consum total anual de **149355 KWh**. S'opta per comprar calderes de 150 KW de potència per abastir sense problemes les necessitats anuals d'energia.

<b>Dades Hotel</b>	
Superfície útil	1000 m2
Intensitat tèrmica	90 W/m2
Potència calefacció	90 KW/dia
Nº clients màxim	40
Litres ACS/ persona-dia	40 l/persona*dia
Potència ACS mitjana/persona	0,45 KW/persona
Potència ACS	18 KW/dia
Hores d'ús ACS * dia	2,5 hores
Potència total (KW*dia)	108
Hores anuals calefacció	1477 hores
Consum calefacció	132930 KWh
Consum ACS	16425 KWh
<b>Consum total</b>	<b>149355 KWh/any</b>

Les hores de calefacció s'han calculat mitjançant una taula on es considera que la calefacció es manté encesa durant 8 hores al dia durant els mesos de gener, febrer, novembre i desembre, 7 hores al dia durant el març, i 5 hores al dia durant tot l'abril i tot l'octubre.

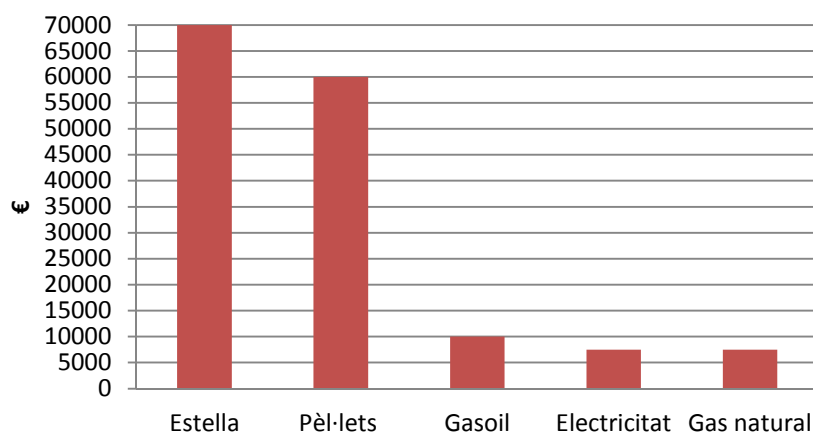
Dies de calefacció/any		Hores funcionament/dia
Gener	31	8
Febrer	28	8
Març	31	7
Abril	30	5
Maig		
Juny		
Juliol		
Agost		
Setembre		
Octubre	30	5
Novembre	30	8
Desembre	31	8
<b>Anual</b>	<b>211</b>	<b>1477 hores/any</b>

La inversió inicial que s'ha de duu a terme per a la instal·lació de les diferents calderes de 150 kW, presenta les següents dades, inclòs també el manteniment anual estimat.

Inversió inicial calderes 150 KW	Preu Caldera €	Instal·lació, sistema d'alimentació i sitja €	Inversió total €	Manteniment anual €
Estella	45000	25000	<b>70000</b>	3000
Pèl·lets (Herz)	35000	25000	<b>60000</b>	2000
Gasoil	8000	2000	<b>10000</b>	800
Electricitat	6500	1000	<b>7500</b>	500
Gas natural	6500	1000	<b>7500</b>	500

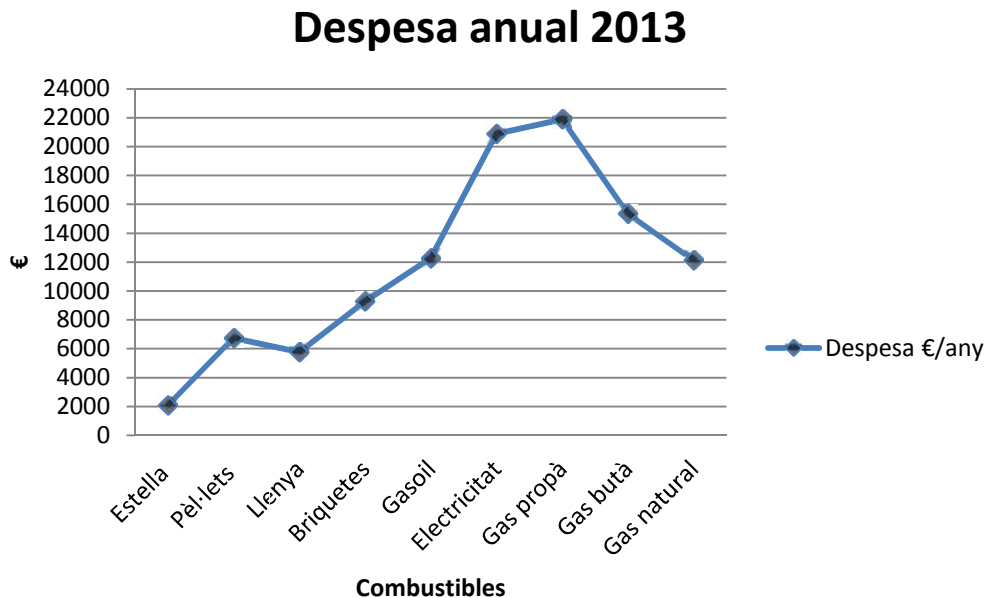
Font: Taula d'elaboració pròpia, dades obtingudes a partir de la comparació de diferents marques de calderes, i treballs del centre tecnològic forestal de Catalunya.

## Inversió inicial



Les diferències de cost d'instal·lació de les calderes d'estella i pèl·let amb la resta de calderes són bastant plausibles, tot i això tenint en compte la diferència de preu del combustible i l'alta demanda energètica de l'hotel, pot esdevenir una recuperació de la inversió i rendibilitat econòmica del canvi realitzat, al cap de pocs anys.

El cost econòmic fruit d'abastir l'hotel i produir els 149355 kWh/any amb els diferents combustibles dóna forma a la següent gràfica.



Com més elevada és la demanda energètica, més clarament es pot observar l'estalvi anual que es pot assolir amb l'ús de biomassa envers els combustibles convencionals.

L'estella presenta el preu més baix per kilowatt hora la qual cosa ocasiona un estalvi de com a mínim 10000 € anuals enfront el gasoil o el gas natural, i fins a 20000 € anuals comparant-ho amb l'electricitat.

El pèl·let té un preu del kilowatt hora més elevat que l'estella, no obstant això continua essent notablement inferior al kilowatt hora dels altres combustibles, i també es pot observar un estalvi anual de 6000 a 10000 €.

- En les següents comparacions es tindrà en compte el mateix preu per kilowatt hora de cada combustible que s'ha utilitzat en la simulació de l'habitatge unifamiliar. També es manté el mateix tant per cent d'increment anual estimat per cada font d'energia.

En la comparació no es tenen en compte els biocombustibles llenya i briquetes ja que les seves calderes no estan tan modernitzades, funcionen amb carga manual de combustible i per tant no presenten un funcionament adequat per hotels amb demandes d'energia tèrmica diàries tan elevades. L'estella i el pèl·let ja tenen calderes automatitzades que permeten autoabastir-se durant la seva utilització.

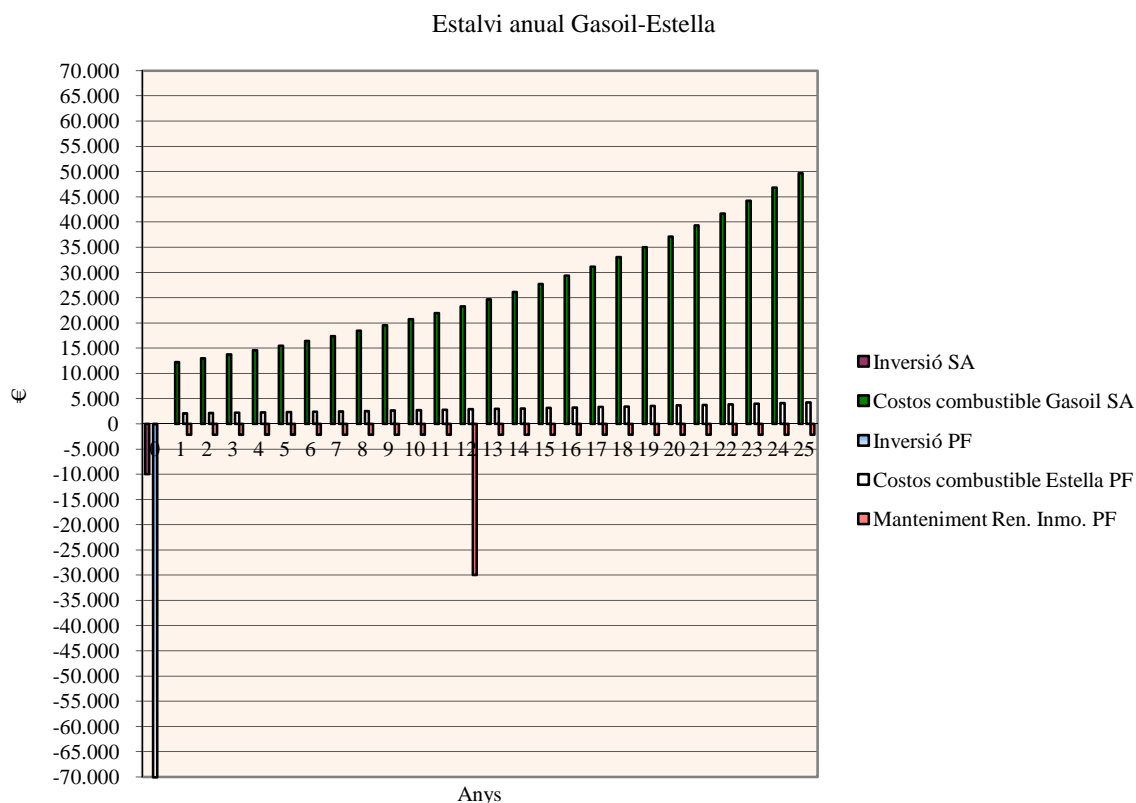
### Gasoil-Estella

Es considera el gasoil com la font de combustible consumida en la situació primera o actual (SA) i l'estella com el biocombustible utilitzat en el projecte futur (PF).

El manteniment presenta uns valors negatius fruit de la diferència de cost en mantenir la caldera de gasoil envers la caldera d'estella, en aquest cas la despesa és de 2200 € anuals de més pel manteniment de la caldera d'estella.

L'any 12 de la inversió es preveu fer una renovació d'immobilitzat amb valor de 30000 €, per poder duu a terme els canvis de peces corresponents i l'optimització de la caldera.

							i= 5%
Anys	Inversió SA	Costos combustible SA	Inversió PF	Costos combustible PF	Manteniment Ren. Inmo. PF	Situació diferència Res. PF / SA	VA PF / SA
0	-10.000		-70.000			-60.000	<b>-60.000</b>
1		12262,05		2076,04	-2.200	7.986	<b>7.606</b>
2		12997,77		2138,32	-2.200	8.659	<b>7.854</b>
3		13777,63		2202,47	-2.200	9.375	<b>8.099</b>
4		14604,29		2268,54	-2.200	10.136	<b>8.339</b>
5		15480,55		2336,60	-2.200	10.944	<b>8.575</b>
6		16409,38		2406,69	-2.200	11.803	<b>8.807</b>
7		17393,95		2478,89	-2.200	12.715	<b>9.036</b>
8		18437,58		2553,26	-2.200	13.684	<b>9.262</b>
9		19543,84		2629,86	-2.200	14.714	<b>9.485</b>
10		20716,47		2708,75	-2.200	15.808	<b>9.705</b>
11		21959,46		2790,02	-2.200	16.969	<b>9.922</b>
12		23277,02		2873,72	-30.000	-9.597	<b>-5.344</b>
13		24673,65		2959,93	-2.200	19.514	<b>10.349</b>
14		26154,06		3048,73	-2.200	20.905	<b>10.559</b>
15		27723,31		3140,19	-2.200	22.383	<b>10.767</b>
16		29386,71		3234,39	-2.200	23.952	<b>10.973</b>
17		31149,91		3331,43	-2.200	25.618	<b>11.177</b>
18		33018,90		3431,37	-2.200	27.388	<b>11.380</b>
19		35000,04		3534,31	-2.200	29.266	<b>11.581</b>
20		37100,04		3640,34	-2.200	31.260	<b>11.781</b>
21		39326,04		3749,55	-2.200	33.376	<b>11.980</b>
22		41685,61		3862,04	-2.200	35.624	<b>12.178</b>
23		44186,74		3977,90	-2.200	38.009	<b>12.375</b>
24		46837,95		4097,23	-2.200	40.541	<b>12.570</b>
25		49648,22		4220,15	-2.200	43.228	<b>12.765</b>
							<b>VAN (0,05) = 181.781</b>
							<b>TIR = 19,40%</b>



En aquest cas la instal·lació d'una caldera de major potència (150 kW) que en el cas anterior, encara evidencia més la diferència de cost entre la caldera d'estella i la de gasoil o la resta de combustibles convencionals, 60000 €, el que significa haver de fer una forta inversió inicial. El manteniment també és bastant més car i la despesa de renovació de l'immobilitzat ascendeix a valors bastant importants. Tot i això el preu de l'estella 0.014 €/kWh comparat amb el del gasoil 0.082 €/kWh sumat a la gran quantitat de combustible requerit per abastir la demanda energètica anual, continua desequilibrant la balança i fent l'opció de l'aposta per consumir estella molt recomanable si es pot obtenir de zones properes a les instal·lacions.

L'estudi econòmic dona una TIR del 19,4% i un VAN de 181781 €, valors prou interessants de rendibilitat de la inversió.

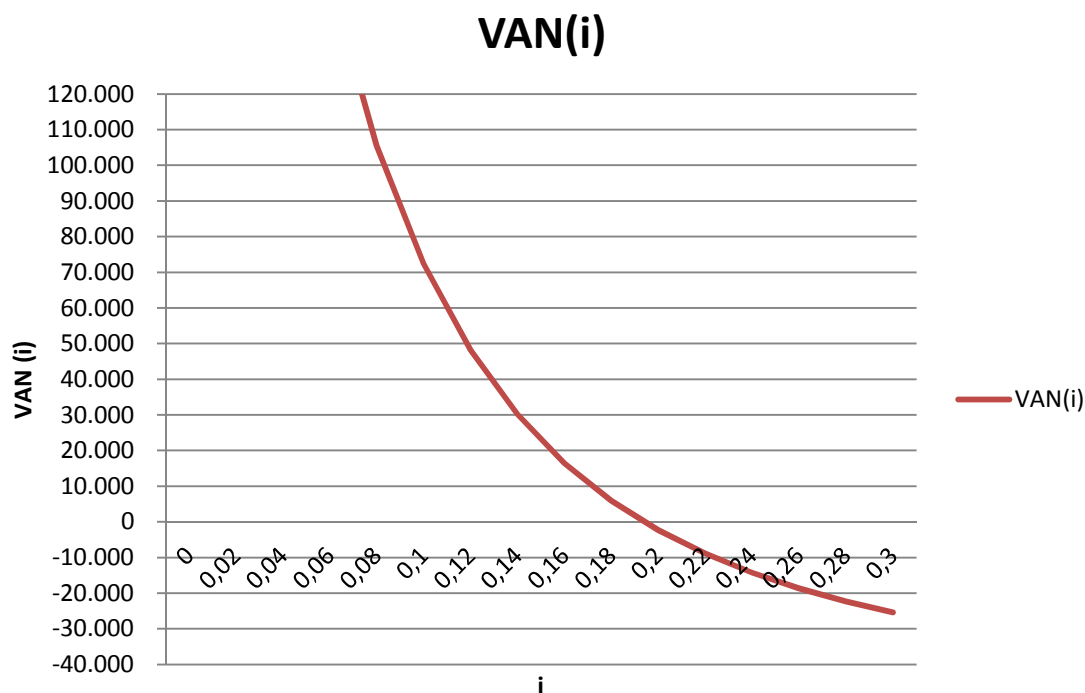
L'increment de preu del gasoil es taxa en un 6% anual encara que pot ser que pugi més ràpidament en un futur, fruit de l'acabament de les reserves.

L'estella presenta uns preus molt favorables per al seu consum i no te previsió d'augmentar de preu al mateix ritme que la resta de combustibles convencionals.

L'únic inconvenient plausible és que la zona d'extracció de l'estella ha d'estar pròxima l'habitatge o edifici on s'ha de consumir ja que el seu transport a distàncies llargues ho encareix de forma exagerada, sortosament més del 60% de la superfície de Catalunya és forestal.

El gràfic de la funció VAN (i) indica els € de guanys nets per cadascun dels valors que pot assolir el tipus "i" de taxa d'actualització anual en el càlcul del VAN.

i	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30
VAN (i) €	454260	313179	217682	151819	105526	72366	48156	30145	16497	5966	-2301	-8899	-14246	-18644	-22309	-25401



Com es pot observar el VAN quan "i=0" és de 454260 €, i en canvi quan la "i=0,20" (20%) adopta un valor negatiu, -2301 €. Per a la "i=0,05" o 5% el VAN és de 181781 €. Per al valor "i=0,19" el VAN s'anul·la, és l'anomenada TIR.

La resta de gràfics de VAN (i) de la resta de simulacions, es poden observar en l'annex d'informació.

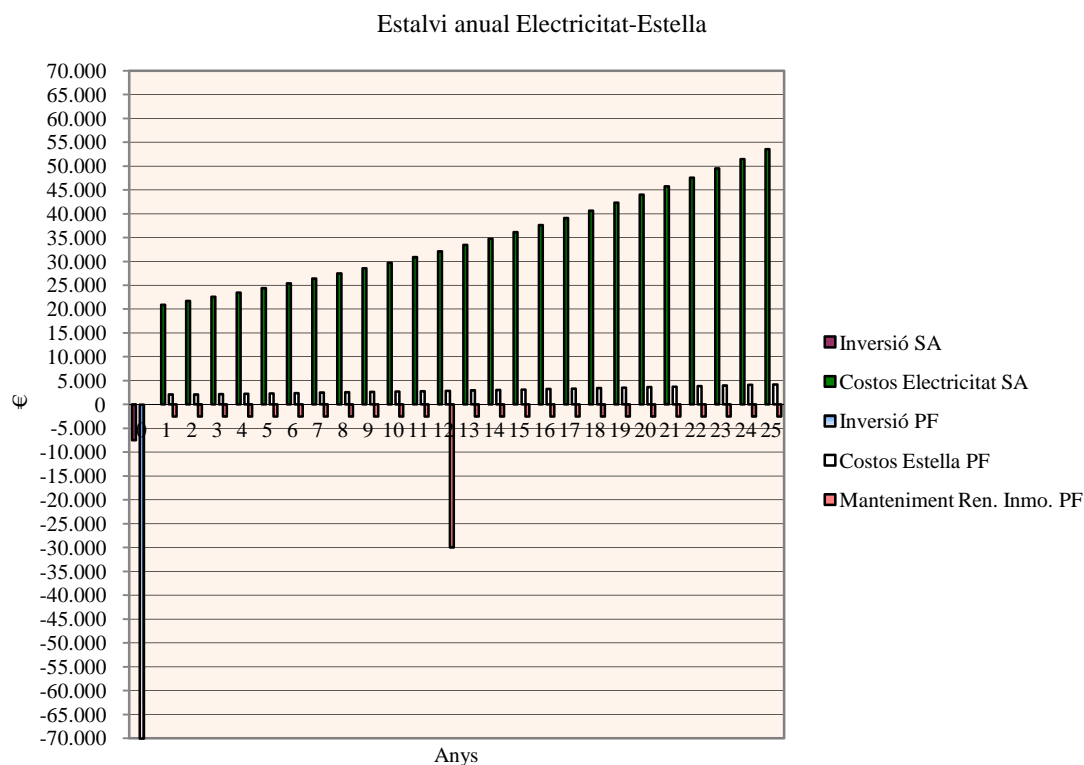
### **Electricitat-Estella**

Es considera l'electricitat com la font d'energia consumida en la situació actual i l'estella com el biocombustible utilitzat en el projecte futur.

El manteniment presenta uns valors negatius fruit de la diferència de cost en mantenir la calefacció elèctrica envers la caldera d'estella, en aquest cas la despesa és de 2500 € anuals de més pel manteniment de la caldera d'estella.

L'any 12 de la inversió es preveu fer una renovació d'immobilitzat amb valor de 30000 €, per poder duu a terme la modernització corresponent de la caldera.





La diferència d'inversió inicial encara és més gran en aquest cas (62500 €) ja que la caldera elèctrica és més barata que la de gasoil.

El preu del quilowatt elèctric és el més car dels combustibles convencionals, afegit a l'alta demanda energètica de l'hotel fan que el rendiment econòmic de la inversió en l'ús d'estella sigui la més favorable, la TIR assoleix un 30,14% de valor, i el VAN 291593 € amb 25 anys de vida d'inversió.

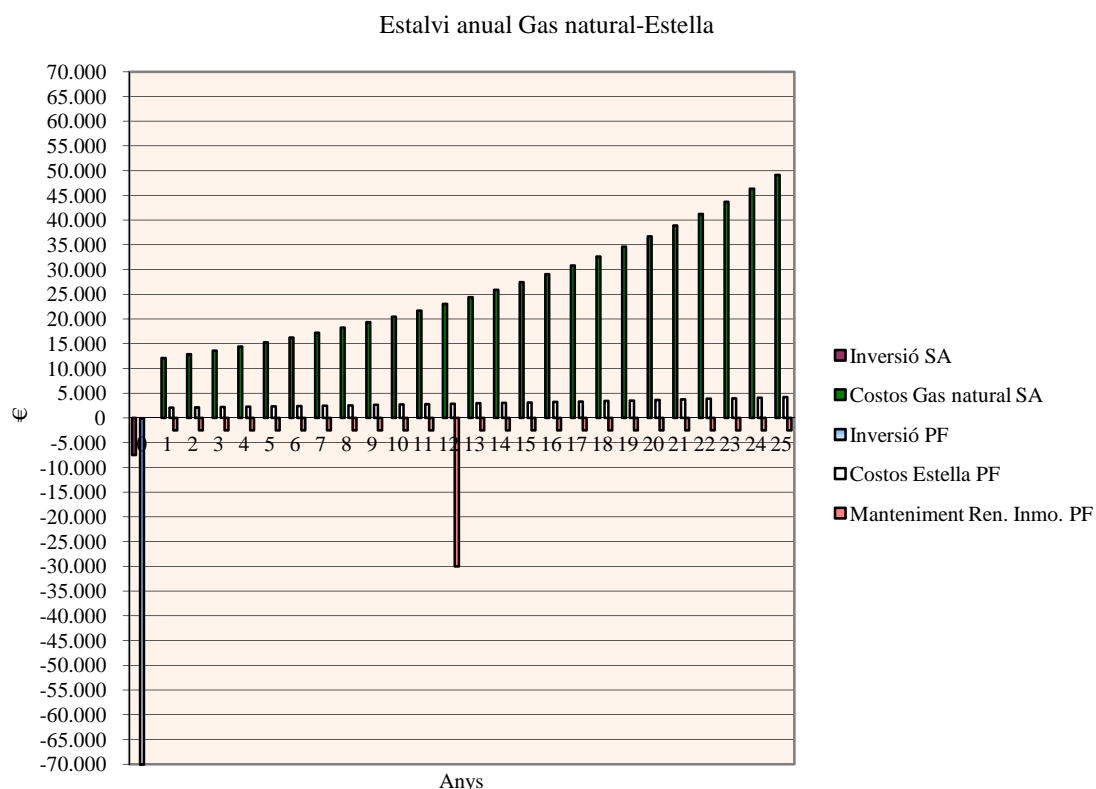
Si l'estella es pot extreure d'una zona propera a l'hotel és indubtable la rendibilitat de l'operació.

### **Gas natural-Estella**

Es considera el gas natural com el combustible consumit en la situació actual i l'estella com el biocombustible utilitzat en el projecte futur.

El manteniment presenta uns valors negatius fruit de la diferència de cost en mantenir la caldera de gas natural envers la caldera d'estella, en aquest cas la despesa és de 2500 € anuals de més pel manteniment de la caldera d'estella.

L'any 12 de la inversió es preveu fer una renovació d'immobilitzat amb valor de 30000 €, per poder duu a terme la modernització corresponent de la caldera.



La diferència de cost d'instal·lació és molt gran, 62500€, no obstant amb el pas dels anys, l'augment esperat del preu del gas natural fa que l'opció de consumir biomassa surti clarament rentable, tenint en compte que el quilowatt hora de l'estella és 6 cops més barat que el produït per gas natural.

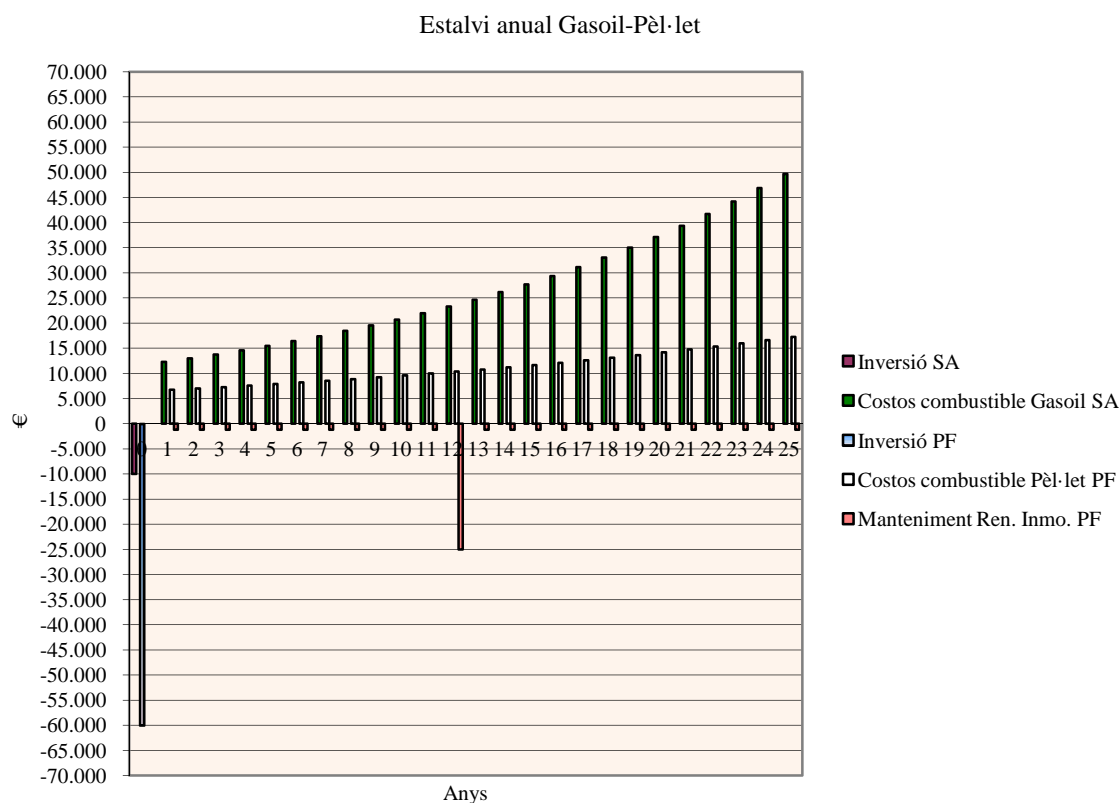
En aquest cas la TIR és del 18,19% i el VAN de 171665 €.

### Gasoil-Pèl·let

Es considera el gasoil com el combustible utilitzat en la situació actual i el pèl·let com el combustible que es vol consumir després de la inversió futura.

El manteniment presenta uns valors negatius fruit de la diferència de cost en mantenir la caldera de gasoil envers la caldera de pèl·let. En la següent comparativa la diferència de costos de manteniment és de 1200 € anuals més pel manteniment de la caldera de pèl·let.

Durant l'any 12 de la inversió es preveu fer una renovació d'immobilitzat per valor de 25000 €.



La diferència d'inversió inicial segueix sent bastant considerable, 50000 €, tot i que la caldera d'estella encara té un cost superior.

El preu del quilowatt hora del pèl·let (0,045€/kWh) enfront el preu del quilowatt hora del gasoil (0,082 €/kWh), dos cops més car, provoca que la diferència de cost inicial en la instal·lació de les calderes sigui clarament recompensada a favor de l'ús de la biomassa, tenint en compte la despesa anual en combustible.

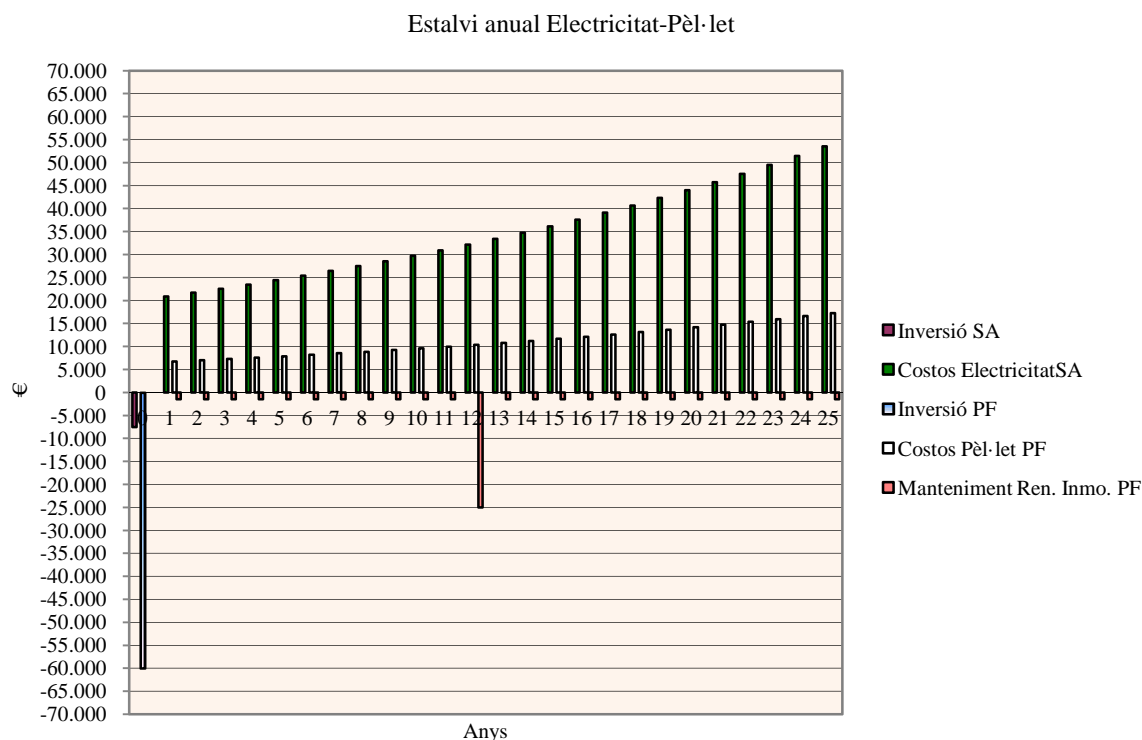
En aquest cas la TIR de la inversió és del 15% i el VAN de 104403 €.

### Electricitat-Pèl·let

Es considera l'electricitat com la font d'energia utilitzada en la situació actual i el pèl·let com el combustible que es vol emprar en la situació futura.

El manteniment presenta uns valors negatius fruit de la diferència de cost en mantenir la calefacció elèctrica envers la caldera de pèl·let. En la següent comparativa la diferència de costos de manteniment és de 1500 € anuals més per mantenir la caldera de pèl·let.

En l'any 12 de la inversió es preveu fer una renovació d'immobilitzat per valor de 25000 €.



L'electricitat presenta el cost energètic anuals més alt de tots els combustibles convencionals estudiats, per això sempre apareixen els resultats de rendibilitat més favorables de cara a l'ús de biomassa forestal per a la generació d'energia tèrmica.

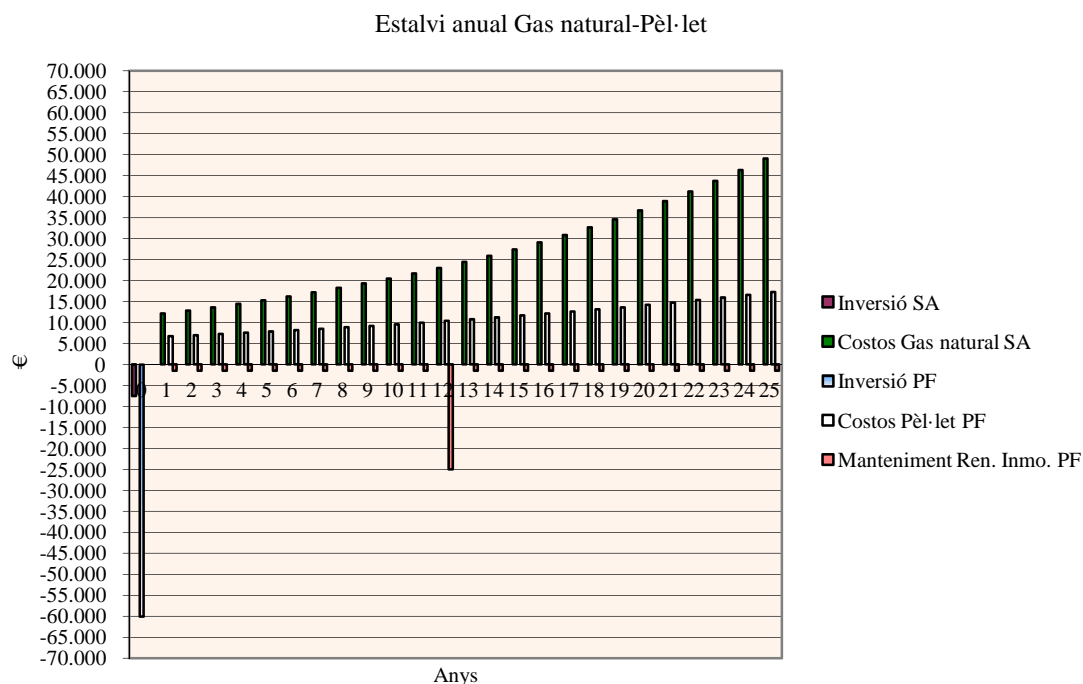
La TIR és del 27,78% i el VAN de 214215 €, uns nombres clarament indicadors de les avantatges del canvi de combustible, encara que en un primer moment la inversió sigui molt alta per a la instal·lació de la maquinaria de pèl·let.

### Gas natural-Pèl·let

Es considera el gas natural com el combustible utilitzat en la situació actual i el pèl·let com el biocombustible utilitzat en el projecte futur.

En la següent comparativa la diferència de costos de manteniment és de 1500 € anuals de més pel manteniment de la caldera de pèl·let.

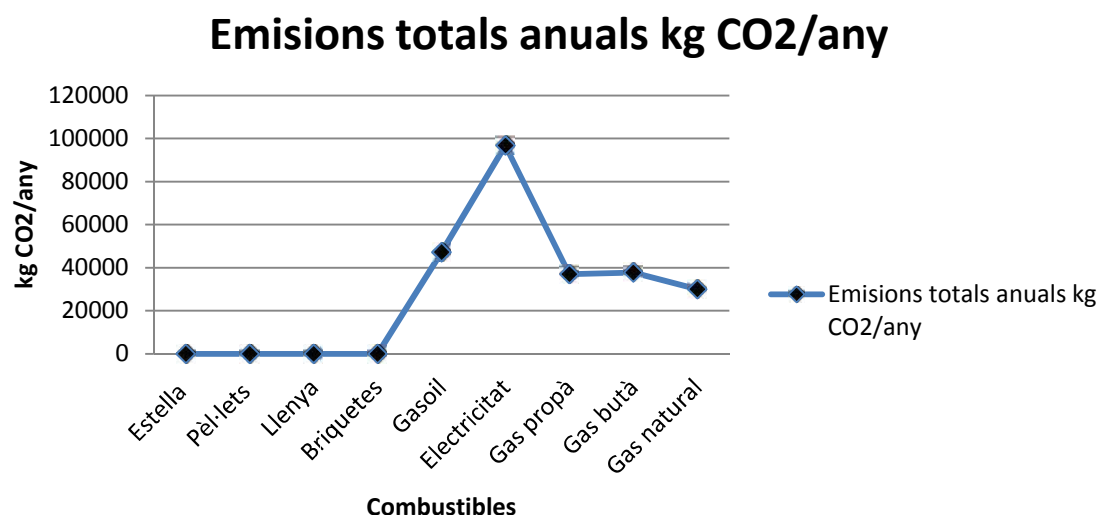
Durant l'any 12 de la inversió es preveu fer una renovació d'immobilitzat amb valor de 25000€, per canviar aquelles peces desgastades o modernitzar la maquinària.



El preu del quilowatt hora de gas natural és semblant al preu del gasoil, per tant la diferència amb el pèl·let segueix sent dos cops superior.

En aquest cas la TIR és del 13,74% i el VAN de 94287 €.

Analitzant els beneficis ambientals de l'ús de la biomassa enfront de combustibles convencionals, es pot apreciar un clar avantatge, en el cas de l'abastiment energètic de l'hotel, ja que per assolir 149355 kWh anuals s'emeten grans quantitats de kg de CO<sub>2</sub>.



Es poden arribar a evitar com a mínim 30019,45 kg de CO<sub>2</sub>/any en el cas del gas natural fins a un màxim de 96775,94 kg de CO<sub>2</sub>/any en el cas de l'electricitat.

Si la despesa energètica és de grans dimensions, els beneficis d'utilitzar biomassa és magnifiquen en tots els sentits, per això pot ser una clara alternativa a tenir en compte

per aquelles cases rurals, hotels, masies o granges situades en zones on l'accessibilitat del transport de la biomassa i la proximitat del combustible ho permetin i facin rendible l'operació.

## 6. Conclusions i recomanacions generals.

- La biomassa forestal apareix com un dels principals eixos vertebradors del Pla de l'Energia i Canvi climàtic de Catalunya 2012-2020.
- Hi ha la necessitat de crear una nova política forestal per maximitzar el rendiment dels boscos catalans, i gestionar molt més territori forestal del que es gestiona actualment.
- Amb la potenciació d'ajuts encaminats a l'aprofitament de la biomassa forestal, seminaris de formació, assessorament tècnic a les noves iniciatives i coordinant les administracions, es poden obtenir resultats molt encoratjadors i positius de cara a l'energia verda i la mentalització del potencial que hi ha en els boscos catalans.

### 6.1 Energia tèrmica.

- En l'actualitat s'aposta clarament per la utilització de la biomassa forestal com a combustible per a l'obtenció d'energia tèrmica, ja que dóna rendiments molt elevats, del voltant del 90%.
- En els últims 7 anys s'ha notat un clar augment del nombre d'instal·lacions, sobretot del sector domèstic municipal, amb utilització de biomassa forestal com a font de combustible.
- El nombre d'empreses dedicades al sector també ha sofert un clar increment, s'han creat associacions d'empreses com AVEBIOM, AGROPELLET etc, i fires d'important magnitud com les dues Fires de la biomassa a Catalunya, que s'han efectuat a Vic durant el febrer del 2012 i del 2013 respectivament.
- L'exportació de biomassa cap a altres països, també és una realitat, un bon exemple podrien ser els vaixells d'estella que surten del port de Palamós cap a Itàlia, on l'ús de biomassa està molt més normalitzat, i tenen una alta demanda de biocombustible.
- Inici esperançador en la implantació de xarxes de calor (District Heating) en alguns indrets de Catalunya, instal·lacions que han donat molt bon rendiment a diferents països europeus.

## **6.2 Energia elèctrica.**

- L'obtenció d'electricitat a partir de biomassa forestal estava subvencionada anteriorment, a partir del Reial Decret 1/2012 es suspenen tots els incentius econòmics i això provoca una paralització dels projectes encaminats a produir electricitat a partir "d'energia verda".
- La dificultat de finançament, la incertesa jurídica i els difícils tràmits administratius sumat al rendiment energètic baix que se'n treu actualment d'aquestes instal·lacions, ha derivat en una davallada notable en el nombre de projectes i instal·lacions encaminades cap aquest fi.

## **6.3 Conclusions dels principals esdeveniments relacionats amb la temàtica.**

- Clar augment del volum de negoci entorn de la biomassa.
- La majoria d'empreses aposten per l'opció de generar energia tèrmica a partir dels diferents tipus de biocombustibles.
- Hi ha molta quantitat d'empreses venedores i instal·ladors de calderes i comercialitzadores de pèl·let i estella com a principals combustibles.
- S'observa un increment del interès social en la utilització de les energies renovables, i una clara implicació d'experts en la millora de l'aprofitament energètic, i en la conscienciació de la societat per l'ús d'energies netes, enfront dels combustibles convencionals.

## **6.4 Conclusions de l'estudi de casos.**

- Les primeres inversions actuals, s'estan duent a terme en edificacions amb demandes energètiques abundants i localitzades en zones on es possible l'arribada constant de biocombustible i la construcció de les obres adjacents de sitges i calderes de grans dimensions.
- Estalvis de fins a 25000 €/any amb el canvi de combustible, i recuperacions de la inversió inicial amb poc temps, 3-7 anys, depenent de la demanda energètica anual i del cost de la instal·lació inicial.



## **6.5 Conclusions de la rendibilitat econòmica de les simulacions realitzades.**

Analitzant el rendiment econòmic de les simulacions de canvi de combustible a utilitzar per l'obtenció d'energia tèrmica, i observant els resultats de TIR i VAN podem concloure que totes les inversions d'intercanvi de combustible convencional per biomassa forestal són rendibles.

- **El valor mínim de TIR obtingut és del 10,41 %**, una xifra prou atractiva per a iniciar qualsevol inversió.
- **El VAN mínim obtingut és de 17971 €** en la comparació de Gas natural enfront del consum d'estella en l'habitatge unifamiliar. Tenint en compte que l'augment de preu anual estimat pel gas natural és del 6%, i que en un futur s'espera un esgotament de les reserves i un encariment del preu del combustible, indica clarament la **rendibilitat futura de la inversió**.
- **Els valors màxims de rendiment econòmic** s'observen en les comparacions d'ús d'estella enfront de l'electricitat en els casos d'abundants demandes energètiques. L'abismal diferència de preu del quilowatt hora dels dos combustibles pot arribar a produir **TIRs i VANs del 30,14% i de 291593 €**.
- El canvi de combustible que més rendiment econòmic dona és el d'electricitat per pèl·let en el cas de l'habitatge unifamiliar, i el d'electricitat per estella en el cas de l'hotel, amb una demanda energètica superior. El canvi de gasoil per estella o pèl·let és el segon estudi econòmic que presenta millors resultats i per últim el canvi de gas natural enfront dels biocombustibles és el que presenta resultats positius de rendibilitat més baixos, tot i que són clarament favorables.
- Clar estalvi econòmic en la inversió cap a l'energia verda per a generació de calefacció i aigua corrent sanitària.
- Rendibilitat econòmica real, en el cas de **l'estella forestal**, per aquells habitatges, hotels o instal·lacions amb una localització propera a zones d'extracció del combustible, ja que es recomana no transportar l'estella més de 50 km per a no encarir de forma desproporcionada el preu del quilowatt hora.
- Rendibilitat econòmica existent en instal·lacions, habitatges o edificis localitzats en qualsevol zona, en el cas del **pèl·let**, ja que és un combustible amb més densitat energètica que l'estella, el qual permet el seu transport a distàncies bastant més amplies. El preu del quilowatt hora és més elevat que l'estella, però abasteix més territori i té un mercat potencial més ampli.

### Recomanacions generals:

- En el cas de cases rurals, hotels o instal·lacions amb l'espai adequat i la localització propera a zones forestals on l'extracció d'estella sigui possible, optar per aquest combustible per a generar calefacció i aigua corrent sanitària.
- En el cas d'habitatges allunyats de zones forestals o d'instal·lacions amb espais reduïts amb impossibilitat de construir sitges d'emmagatzematge o de fer inversions inicials tan elevades com en el cas de la instal·lació de la caldera d'estella forestal, optar per l'ús del pèl·let com a combustible, amb les màximes possibilitats d'obtenció del material i amb l'oportunitat d'instal·lació de calderes modernes, automatitzades i amb rendiments energètics propers al 100%.

					TIR (i=5%)	VAN (i=5%) €
Habitatge unifamiliar	Estella		Gasoil-Estella	→	13,05	24679
			Electricitat-Estella	→	18,57	40789
			Gas natural-Estella	→	10,41	17971
	Pèl·let		Gasoil-Pèl·let	→	13,33	18139
			Electricitat-Pèl·let	→	21,21	34249
			Gas natural-Pèl·let	→	12,95	19630
Hotel	Estella		Gasoil-Estella	→	19,40	181781
			Electricitat-Estella	→	30,14	291593
			Gas natural-Estella	→	18,19	171665
	Pèl·let		Gasoil-Pèl·let	→	15,00	104403
			Electricitat-Pèl·let	→	27,78	214215
			Gas natural-Pèl·let	→	13,74	94287

## Bibliografia

**Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC)**, (2012). *Manual de biocombustibles forestals*. Editorial CTFC. Solsona.

**Codina, M.** (2010). Treball titulat: *Masies sostenibles i aprofitaments energètics forestals*. Editorial CTFC. Solsona.

**Damien A.**, (2010). *La Biomasa : fundamentos, tecnologías y aplicaciones*. Editorial Mundi-Prensa libros, S.A. Madrid.

**Hernández González C.**, (1993). *Manual de biomasa*. Editorial IDAE (Cuadernos de Energías renovables).

**IDAE**, (2007). *Biomasa: Cultivos Energéticos*. Editorial IDAE. Madrid.

**IDAE**, (2013). *Informe de precios combustibles carburantes*, 22 abril 2013. Editorial IDAE. Madrid.

**IDAE**, (2013). *Informe de precios energéticos regulados*, 15 abril 2013. Editorial IDAE. Madrid.

**Masia i Ayala, M.**, (2012). *El mercat emergent de la biomassa forestal*. Revista del Centre Tecnològic de Catalunya, Solsona.

**Oficina Catalana del Canvi Climàtic**, (2011). *Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero*. Editorial Oficina Catalana del canvi climàtic. Barcelona.

**Padilla S.**, (2009). *Biomasa como alternativa ecológica y tecnología*. Editorial desconeguda, llibre virtual.

**Revista Baras, E.**, (2010). *Els usos energètics de la biomassa forestal*. Barcelona.

**Revista Consorci forestal de Catalunya**, (2009). *Biomassa a Catalunya: Reptes i oportunitats*. Editorial Consorci forestal de Catalunya. Santa Coloma de Farners.

**Revista Grupo empresarial ENCE**, (2010). *El valor de la Biomasa forestal*. Editorial Grupo empresarial ENCE S.A. Boston.

**Rodríguez Bayo, J.**, (2006). *Aprofitament i desembosc de biomassa forestal*. Editorial Generalitat de Catalunya. Barcelona.

**Solanes Masberenguer, X.**, (2012). *La biomassa forestal una aposta de futur per a Catalunya*. Editorial Direcció General del Medi Natural. Servei de Gestió Forestal. Barcelona.

**Tusell i Armengol, J.M.**, (2008). *Guia tècnica: la producció de diferents classes d'estella*. Editorial Consorci Forestal de Catalunya. Santa Coloma de Farners.

## **Llistat de webs consultades.**

[afib.ctfc.cat](http://afib.ctfc.cat), (2012-2013).

[blog.educastur.es](http://blog.educastur.es), (2012-2013).

[Infobiomassa.com](http://Infobiomassa.com), (2012).

[Observatoribiomassa.foresta.cat](http://Observatoribiomassa.foresta.cat), (2012-2013).

[www.agenbur.com](http://www.agenbur.com), (2012-2013).

[www.asemfo.org](http://www.asemfo.org), (2012).

[www.biomaspallars.com](http://www.biomaspallars.com), (2012).

[www.calorverdebiomasa.com](http://www.calorverdebiomasa.com), (2012-2013).

[www.ctfc.cat](http://www.ctfc.cat), (2012-2013).

[www.enertres.com](http://www.enertres.com), (2013).

[www.forgav.cat](http://www.forgav.cat), (2012-2013).

[www.generadordeprecios.com](http://www.generadordeprecios.com), (2013).

[www.idae.es](http://www.idae.es), (2013).

[www.imartec.es](http://www.imartec.es), (2012).

[www.polibiomassa.com](http://www.polibiomassa.com), (2012-2013).

[www.silvoplus.com](http://www.silvoplus.com), (2013).

[www.vicfires.cat](http://www.vicfires.cat), (2013).

## **ANNEXES DE LA MEMÒRIA.**

### **1. DADES I CÀLCULS DE LES RENDIBILITATS DE SIMULACIÓ.**

#### **1.1 HABITATGE UNIFAMILIAR.**

#### **1.2 HOTEL.**

### **2. FOTOGRAFIES DELS PRINCIPALS ESDEVENIMENTS A CATALUNYA.**

#### **2.1 FIRA DE L'OLI DE BORGES BLANQUES.**

#### **2.2 JORNADES DEL PONT DE SUERT.**

#### **2.3 II FIRA DE LA BIOMASSA A CATALUNYA, VIC.**

#### **2.4 BUTLLETES PUBLICITÀRIES FIRA DE VIC.**

## 7. Annexes.

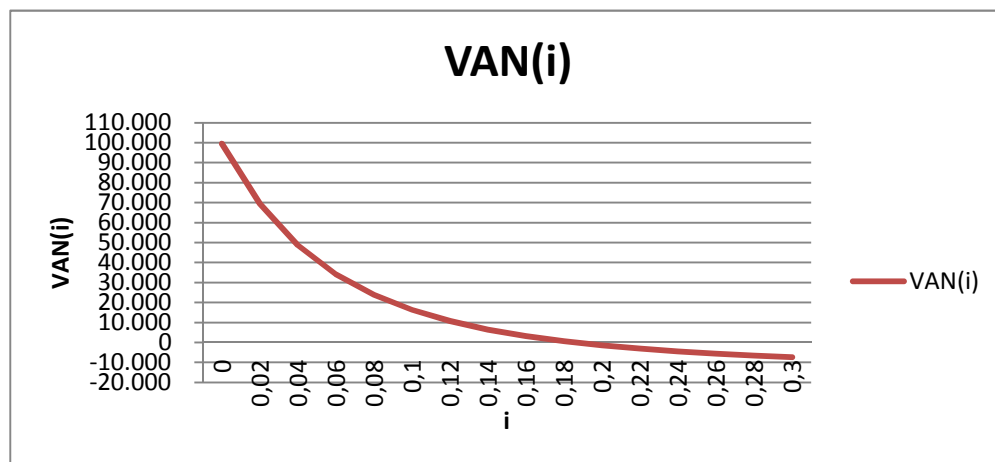
### 7.1 Gràfics i taules de les simulacions.

#### 7.1.1 Habitatge unifamiliar.

##### Electricitat-Estella habitatge unifamiliar.

Anys	Inversió SA	Costos Electricitat	InversióPF	Costos Estella	Manteniment Ren. Inmo. PF	Situació diferència Res. PF / SA	i: 5% VA PF / SA
0	-2.700		-20.000			-17.300	-17.300
1		3798,51		377,68	-900	2.521	2.401
2		3950,45		389,01	-900	2.661	2.414
3		4108,46		400,68	-900	2.808	2.425
4		4272,80		412,70	-900	2.960	2.435
5		4443,71		425,08	-900	3.119	2.444
6		4621,46		437,83	-900	3.284	2.450
7		4806,32		450,97	-900	3.455	2.456
8		4998,57		464,50	-900	3.634	2.460
9		5198,52		478,43	-900	3.820	2.462
10		5406,46		492,78	-900	4.014	2.464
11		5622,72		507,57	-900	4.215	2.465
12		5847,63		522,79	-6.000	-675	-376
13		6081,53		538,48	-900	4.643	2.462
14		6324,79		554,63	-900	4.870	2.460
15		6577,78		571,27	-900	5.107	2.456
16		6840,89		588,41	-900	5.352	2.452
17		7114,53		606,06	-900	5.608	2.447
18		7399,11		624,24	-900	5.875	2.441
19		7695,08		642,97	-900	6.152	2.435
20		8002,88		662,26	-900	6.441	2.427
21		8322,99		682,13	-900	6.741	2.420
22		8655,91		702,59	-900	7.053	2.411
23		9002,15		723,67	-900	7.378	2.402
24		9362,24		745,38	-900	7.717	2.393
25		9736,73		767,74	-900	8.069	2.383
VAN (0,05) =							40.789
TIR =							18,57%

i	VAN(i)
0	99.522
0,02	69.361
0,04	48.660
0,06	34.169
0,08	23.821
0,1	16.285
0,12	10.688
0,14	6.452
0,16	3.187
0,18	624
0,2	-1.420
0,22	-3.078
0,24	-4.441
0,26	-5.577
0,28	-6.536
0,3	-7.355

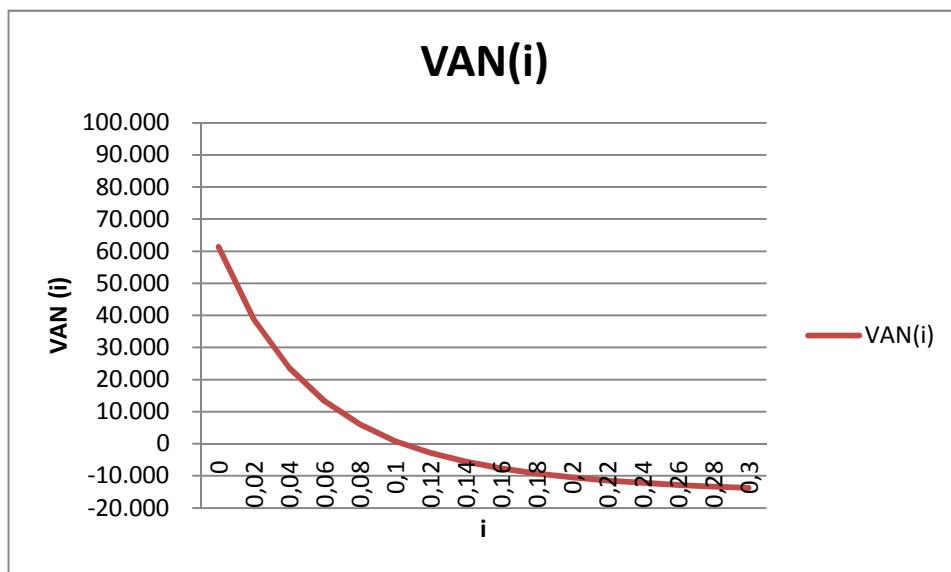


Com es pot observar el VAN quan "i=0" és de 99522 €, i en canvi quan la "i=0,20" (20%) adopta un valor negatiu, -1420 €. Per a la "i=0,05" o 5% el VAN és de 40789 €. Per al valor "i=0,18" el VAN s'anul·la, és l'anomenada TIR.

### Gas natural-Estella habitatge unifamiliar.

							i=5%
Anys	Inversió SA	Costos Gas natural	Inversió PF	Costos Estella	Manteniment Ren. Immo. PF	Situació diferència Res. PF / SA	VA PF / SA
0	-1.700		-20.000			-18.300	-18.300
1		2206,56		377,68	-900	929	885
2		2338,95		389,01	-900	1.050	952
3		2479,29		400,68	-900	1.179	1.018
4		2628,04		412,70	-900	1.315	1.082
5		2785,73		425,08	-900	1.461	1.144
6		2952,87		437,83	-900	1.615	1.205
7		3130,04		450,97	-900	1.779	1.264
8		3317,85		464,50	-900	1.953	1.322
9		3516,92		478,43	-900	2.138	1.378
10		3727,93		492,78	-900	2.335	1.434
11		3951,61		507,57	-900	2.544	1.487
12		4188,70		522,79	-6.000	-2.334	-1.300
13		4440,03		538,48	-900	3.002	1.592
14		4706,43		554,63	-900	3.252	1.642
15		4988,81		571,27	-900	3.518	1.692
16		5288,14		588,41	-900	3.800	1.741
17		5605,43		606,06	-900	4.099	1.789
18		5941,76		624,24	-900	4.418	1.836
19		6298,26		642,97	-900	4.755	1.882
20		6676,16		662,26	-900	5.114	1.927
21		7076,73		682,13	-900	5.495	1.972
22		7501,33		702,59	-900	5.899	2.016
23		7951,41		723,67	-900	6.328	2.060
24		8428,50		745,38	-900	6.783	2.103
25		8934,21		767,74	-900	7.266	2.146
VAN (0,05) =							17.971
TIR =							10,41%

i	VAN(i)
0	61.392
0,02	38.822
0,04	23.645
0,06	13.254
0,08	6.010
0,1	865
0,12	-2.856
0,14	-5.598
0,16	-7.654
0,18	-9.225
0,2	-10.446
0,22	-11.410
0,24	-12.184
0,26	-12.815
0,28	-13.335
0,3	-13.771



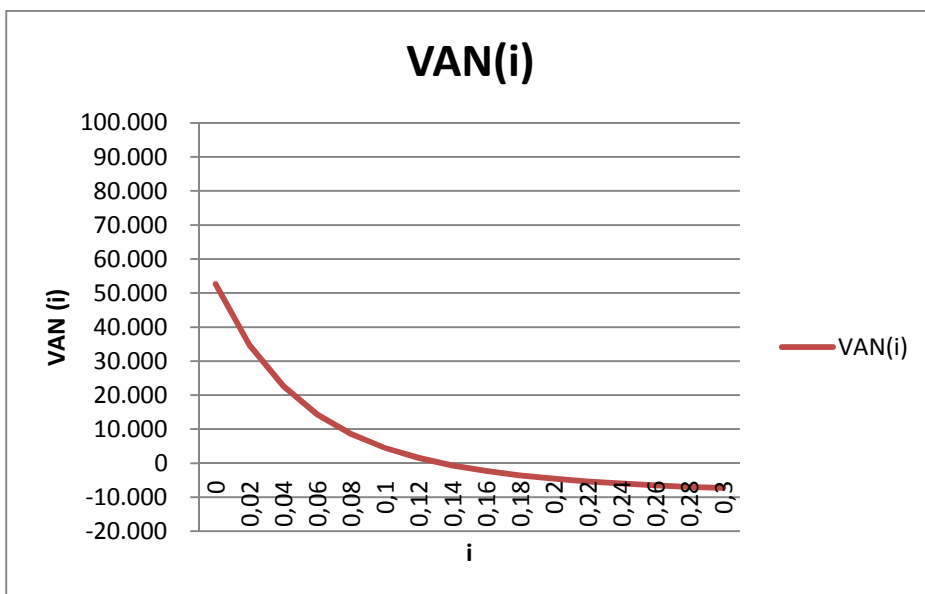
Com es pot observar el VAN quan "i=0" és de 61392€, i en canvi quan la "i=0,12" (12%) adopta un valor negatiu, -2856 €. Per a la "i=0,05" o 5% el VAN és de 17971 €. Per al valor "i=0.10" el VAN s'anul·la, és l'anomenada TIR.



### Gasoil-Pèl·let habitatge unifamiliar.

							i= 5%
Anys	Inversió SA	Costos Gasoil	Inversió PF	Costos Pèl·let	Manteniment Ren. Immo. PF	Situació diferència Res. PF / SA	VA PF / SA
0	-3.700		-15.000			-11.300	-11.300
1		2230,74		1225,41	-100	905	862
2		2364,58		1274,43	-100	990	898
3		2506,46		1325,41	-100	1.081	934
4		2656,85		1378,42	-100	1.178	969
5		2816,26		1433,56	-100	1.283	1.005
6		2985,23		1490,90	-100	1.394	1.040
7		3164,35		1550,54	-100	1.514	1.076
8		3354,21		1612,56	-100	1.642	1.111
9		3555,46		1677,06	-100	1.778	1.146
10		3768,79		1744,14	-100	1.925	1.182
11		3994,91		1813,91	-100	2.081	1.217
12		4234,61		1886,47	-5.000	-2.652	-1.477
13		4488,69		1961,92	-100	2.427	1.287
14		4758,01		2040,40	-100	2.618	1.322
15		5043,49		2122,02	-100	2.821	1.357
16		5346,10		2206,90	-100	3.039	1.392
17		5666,86		2295,17	-100	3.272	1.427
18		6006,87		2386,98	-100	3.520	1.463
19		6367,29		2482,46	-100	3.785	1.498
20		6749,32		2581,76	-100	4.068	1.533
21		7154,28		2685,03	-100	4.369	1.568
22		7583,54		2792,43	-100	4.691	1.604
23		8038,55		2904,13	-100	5.034	1.639
24		8520,86		3020,29	-100	5.401	1.675
25		9032,12		3141,10	-100	5.791	1.710
						<b>VAN (0,05) =</b>	<b>18.139</b>
						<b>TIR =</b>	<b>13,33%</b>

i	VAN(i)
0	52.655
0,02	34.719
0,04	22.653
0,06	14.385
0,08	8.614
0,1	4.510
0,12	1.535
0,14	-662
0,16	-2.316
0,18	-3.583
0,2	-4.572
0,22	-5.357
0,24	-5.990
0,26	-6.508
0,28	-6.938
0,3	-7.300

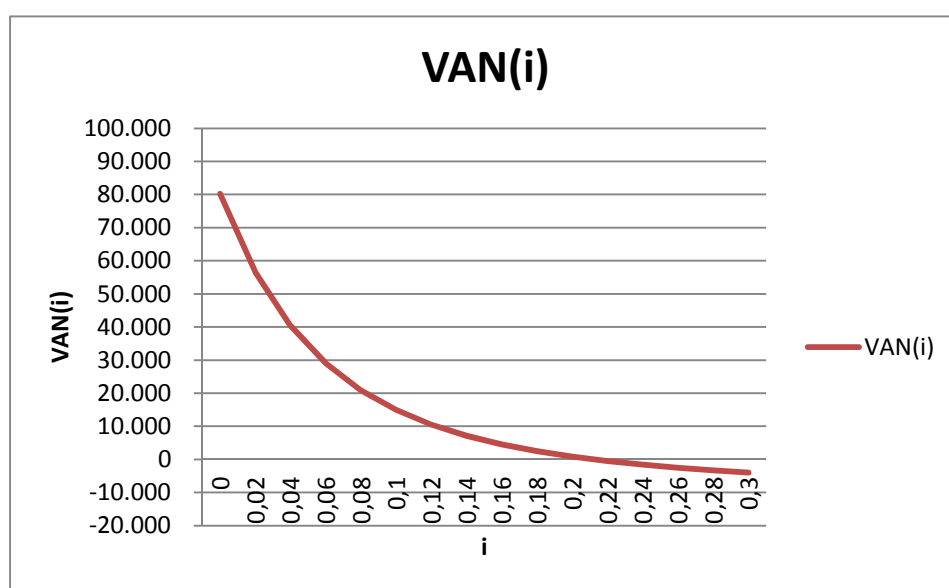


Com es pot observar el VAN quan "i=0" és de 52655 €, i en canvi quan la "i=0,14" (14%) adopta un valor negatiu, -662 €. Per a la "i=0,05" o 5% el VAN és de 18139 €. Per al valor "i=0.13" el VAN s'anul·la, és l'anomenada TIR.

Electricitat-Pèl·let habitatge unifamiliar.

							i: 5%
Anys	Inversió SA	Costos Electricitat	Inversió PF	Costos Pèl·let	Manteniment Ren. Immo. PF	Situació diferència Res. PF / SA	VA PF / SA
0	-2.700		-15.000			-12.300	-12.300
1		3798,51		1225,41	-400	2.173	2.070
2		3950,45		1274,43	-400	2.276	2.064
3		4108,46		1325,41	-400	2.383	2.059
4		4272,80		1378,42	-400	2.494	2.052
5		4443,71		1433,56	-400	2.610	2.045
6		4621,46		1490,90	-400	2.731	2.038
7		4806,32		1550,54	-400	2.856	2.030
8		4998,57		1612,56	-400	2.986	2.021
9		5198,52		1677,06	-400	3.121	2.012
10		5406,46		1744,14	-400	3.262	2.003
11		5622,72		1813,91	-400	3.409	1.993
12		5847,63		1886,47	-5.000	-1.039	-578
13		6081,53		1961,92	-400	3.720	1.973
14		6324,79		2040,40	-400	3.884	1.962
15		6577,78		2122,02	-400	4.056	1.951
16		6840,89		2206,90	-400	4.234	1.940
17		7114,53		2295,17	-400	4.419	1.928
18		7399,11		2386,98	-400	4.612	1.916
19		7695,08		2482,46	-400	4.813	1.905
20		8002,88		2581,76	-400	5.021	1.892
21		8322,99		2685,03	-400	5.238	1.880
22		8655,91		2792,43	-400	5.463	1.868
23		9002,15		2904,13	-400	5.698	1.855
24		9362,24		3020,29	-400	5.942	1.842
25		9736,73		3141,10	-400	6.196	1.830
VAN (0,05) =							34.249
TIR =							21,21%

i	VAN(i)
0	80.259
0,02	56.661
0,04	40.431
0,06	29.043
0,08	20.891
0,1	14.937
0,12	10.502
0,14	7.135
0,16	4.530
0,18	2.479
0,2	837
0,22	-498
0,24	-1.600
0,26	-2.522
0,28	-3.302
0,3	-3.970

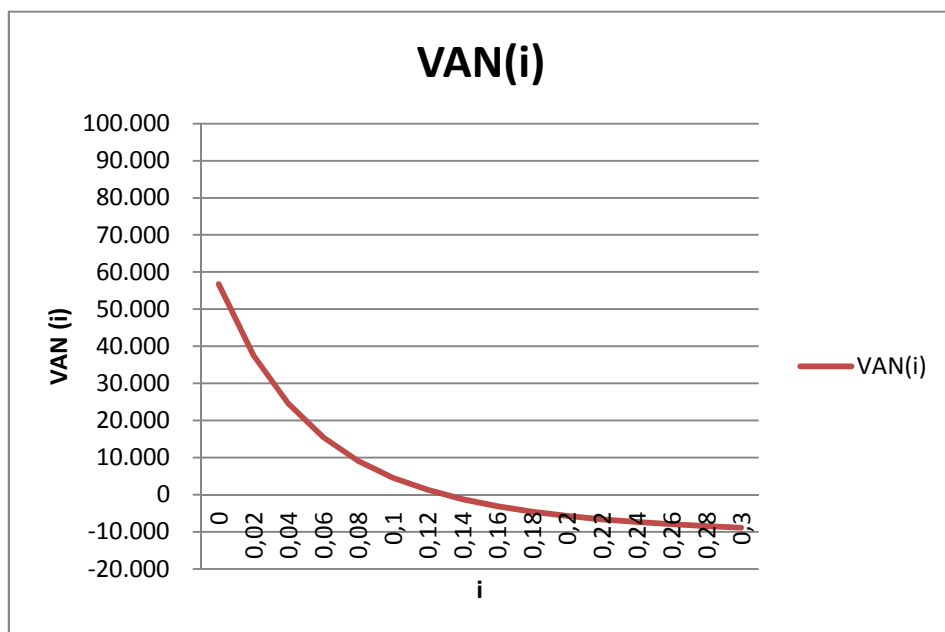


Com es pot observar el VAN quan "i=0" és de 80259 €, i en canvi quan la "i=0,22" (28%) adopta un valor negatiu, -498 €. Per a la "i=0,05" o 5% el VAN és de 34249 €. Per al valor "i=0.21" el VAN s'anul·la, és l'anomenada TIR.

### Gas natural-Pèl·let habitatge unifamiliar.

							i=5%
Anys	Inversió SA	Costos Gas natural	Inversió PF	Costos Pèl·let	Manteniment Ren. Inmo. PF	Situació diferència Res. PF / SA	VA PF / SA
0	-1.700		-15.000			-13.300	-13.300
1		2206,56		1225,41	-400	981	934
2		2338,95		1274,43	-400	1.065	966
3		2479,29		1325,41	-400	1.154	997
4		2628,04		1378,42	-400	1.250	1.028
5		2785,73		1433,56	-400	1.352	1.059
6		2952,87		1490,90	-400	1.462	1.091
7		3130,04		1550,54	-400	1.580	1.123
8		3317,85		1612,56	-400	1.705	1.154
9		3516,92		1677,06	-400	1.840	1.186
10		3727,93		1744,14	-400	1.984	1.218
11		3951,61		1813,91	-400	2.138	1.250
12		4188,70		1886,47	-5.000	2.302	1.282
13		4440,03		1961,92	-400	2.478	1.314
14		4706,43		2040,40	-400	2.666	1.347
15		4988,81		2122,02	-400	2.867	1.379
16		5288,14		2206,90	-400	3.081	1.412
17		5605,43		2295,17	-400	3.310	1.444
18		5941,76		2386,98	-400	3.555	1.477
19		6298,26		2482,46	-400	3.816	1.510
20		6676,16		2581,76	-400	4.094	1.543
21		7076,73		2685,03	-400	4.392	1.576
22		7501,33		2792,43	-400	4.709	1.610
23		7951,41		2904,13	-400	5.047	1.643
24		8428,50		3020,29	-400	5.408	1.677
25		8934,21		3141,10	-400	5.793	1.711
VAN (0,05) =							19.630
TIR =							12,95%

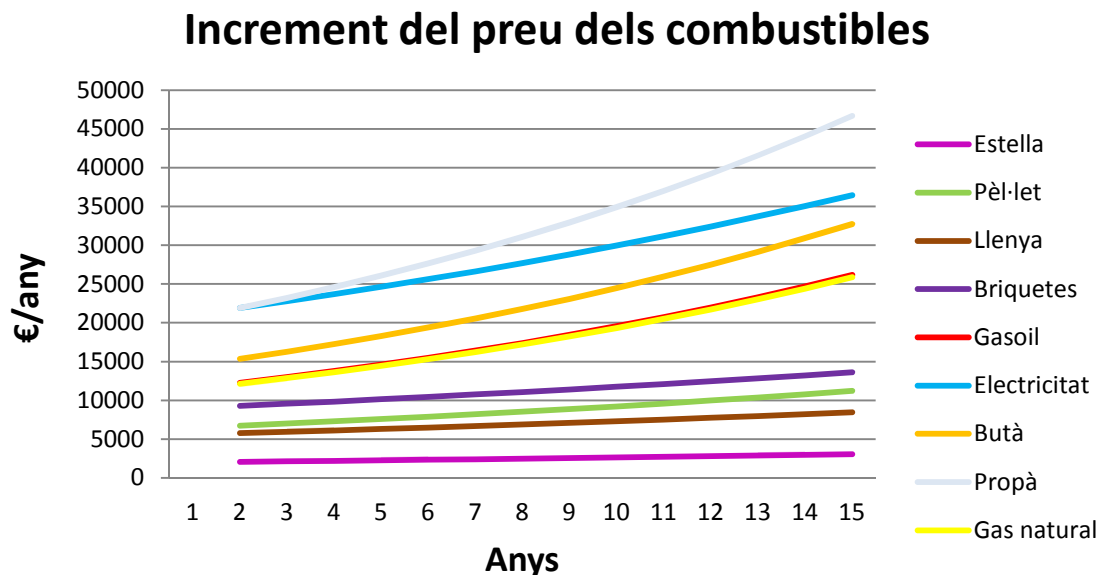
i	VAN(i)
0	56.728
0,02	37.558
0,04	24.538
0,06	15.528
0,08	9.176
0,1	4.614
0,12	1.276
0,14	-1.211
0,16	-3.097
0,18	-4.552
0,2	-5.693
0,22	-6.601
0,24	-7.336
0,26	-7.938
0,28	-8.438
0,3	-8.857



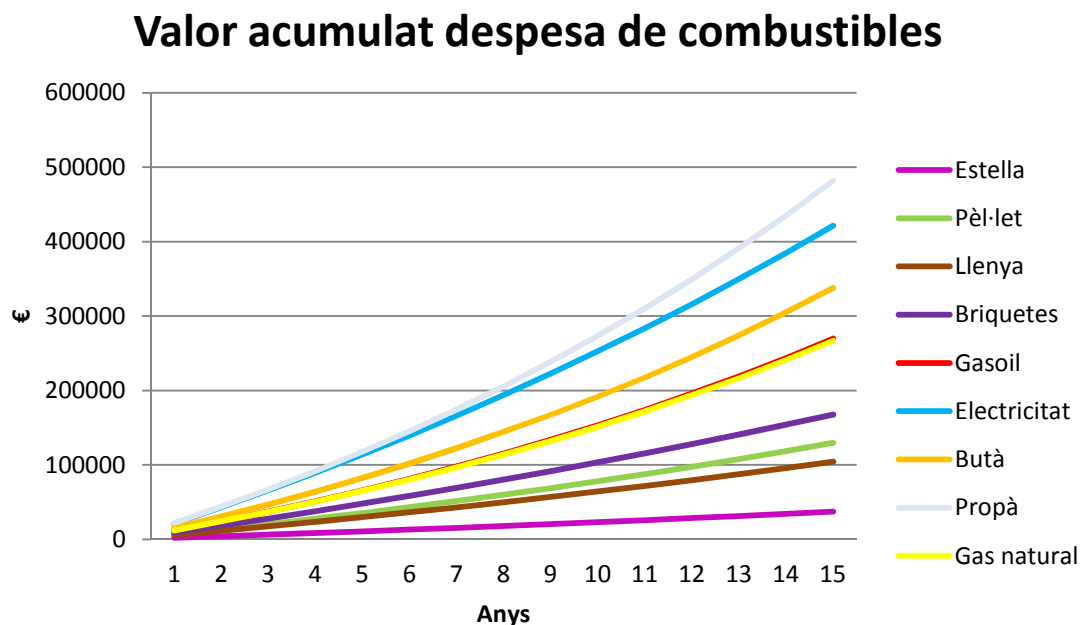
Com es pot observar el VAN quan "i=0" és de 56728 €, i en canvi quan la "i=0,14" (14%) adopta un valor negatiu, -1211 €. Per a la "i=0,05" o 5% el VAN és de 19630 €. Per al valor "i=0.13" el VAN s'anul·la, és l'anomenada TIR.

### 7.1.2 Hotel.

#### Gràfic increment del preu combustibles.



#### Gràfic valors acumulats dels combustibles.

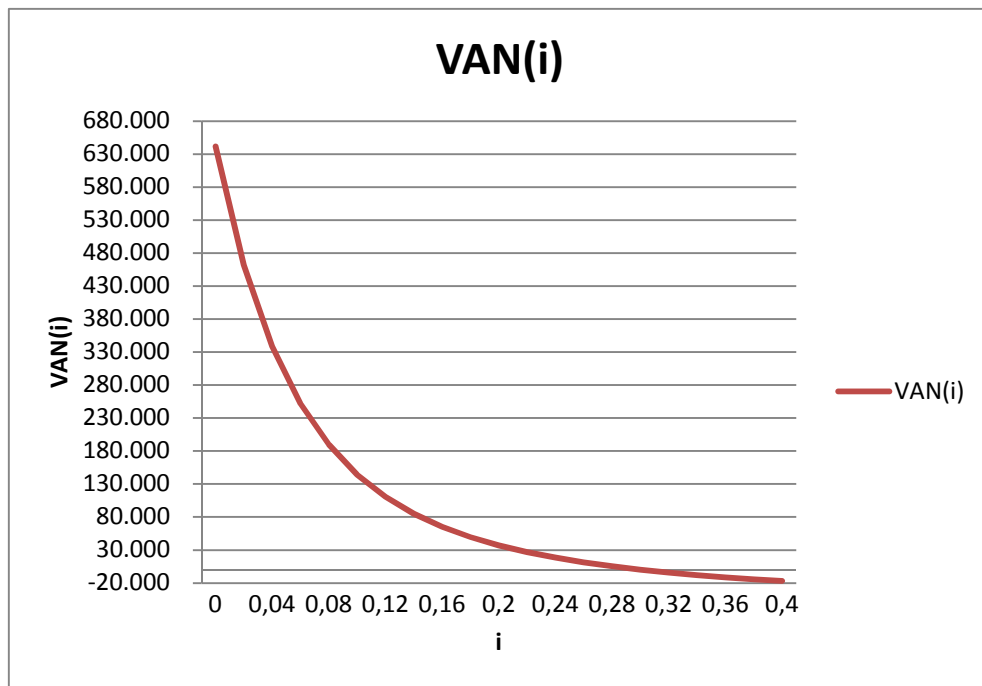


En els dos gràfics es pot apreciar clarament com la despesa anual i acumulada del consum de combustibles convencionals, és molt més elevada que la despesa que es produiria pel consum dels biocombustibles.

### Electricitat-Estella hotel.

							i: 5%
Anys	Inversió SA	Costos Electricitat	Inversió PF	Costos Estella	Manteniment Ren. Inmo. PF	Situació diferència Res. PF / SA	VA PF / SA
0	-7.500		-70.000			-62.500	-62.500
1		20879,83		2076,04	-2.500	16.304	15.527
2		21715,02		2138,32	-2.500	17.077	15.489
3		22583,62		2202,47	-2.500	17.881	15.446
4		23486,97		2268,54	-2.500	18.718	15.400
5		24426,45		2336,60	-2.500	19.590	15.349
6		25403,50		2406,69	-2.500	20.497	15.295
7		26419,64		2478,89	-2.500	21.441	15.238
8		27476,43		2553,26	-2.500	22.423	15.177
9		28575,49		2629,86	-2.500	23.446	15.113
10		29718,51		2708,75	-2.500	24.510	15.047
11		30907,25		2790,02	-2.500	25.617	14.978
12		32143,54		2873,72	-30.000	-730	-407
13		33429,28		2959,93	-2.500	27.969	14.833
14		34766,45		3048,73	-2.500	29.218	14.757
15		36157,11		3140,19	-2.500	30.517	14.679
16		37603,39		3234,39	-2.500	31.869	14.600
17		39107,53		3331,43	-2.500	33.276	14.518
18		40671,83		3431,37	-2.500	34.740	14.435
19		42298,70		3534,31	-2.500	36.264	14.351
20		43990,65		3640,34	-2.500	37.850	14.265
21		45750,28		3749,55	-2.500	39.501	14.178
22		47580,29		3862,04	-2.500	41.218	14.090
23		49483,50		3977,90	-2.500	43.006	14.001
24		51462,84		4097,23	-2.500	44.866	13.911
25		53521,35		4220,15	-2.500	46.801	13.821
							VAN (0,05) = 291.593
							TIR = 30,14%

i	VAN(i)
0	641.369
0,02	462.063
0,04	338.638
0,06	251.964
0,08	189.870
0,1	144.493
0,12	110.677
0,14	84.994
0,16	65.123
0,18	49.479
0,2	36.955
0,22	26.773
0,24	18.374
0,26	11.354
0,28	5.416
0,3	336
0,32	-4.053
0,34	-7.880
0,36	-11.243
0,38	-14.222
0,4	-16.877

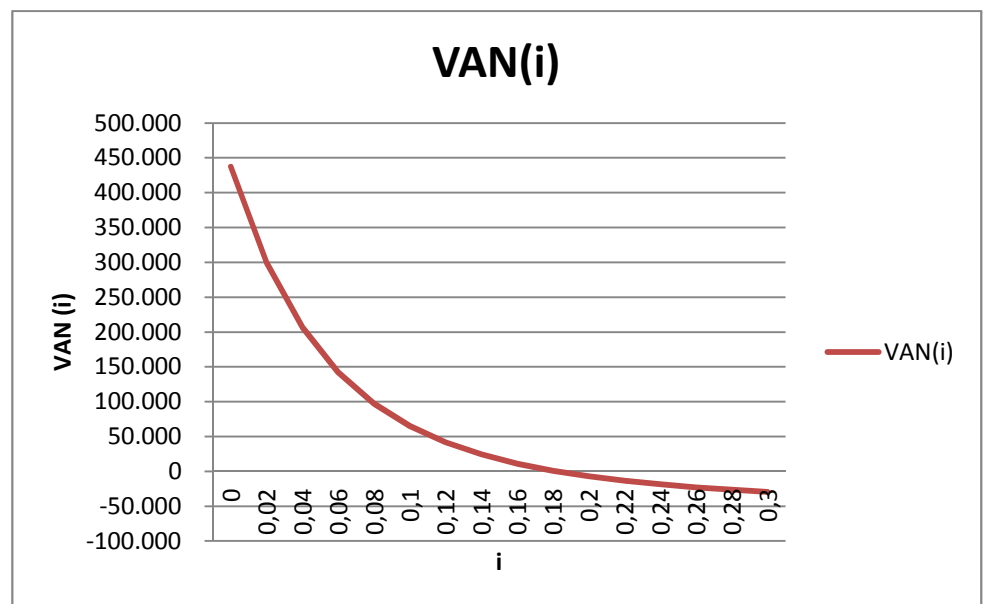


Com es pot observar el VAN quan "i=0" és de 641369 €, i en canvi quan la "i=0,32" (32%) adopta un valor negatiu, -4053 €. Per a la "i=0,05" o 5% el VAN és de 291593 €. Per al valor "i=0.30" el VAN s'anul·la, és l'anomenada TIR.

Gas natural-Estella hotel.

							i=5%
Anys	Inversió SA	Costos Gas natural	Inversió PF	Costos Estella	Manteniment Ren. Inmo. PF	Situació diferència Res. PF / SA	VA PF / SA
0	-7.500		-70.000			-62.500	-62.500
1		12129,12		2076,04	-2.500	7.553	7.193
2		12856,87		2138,32	-2.500	8.219	7.454
3		13628,28		2202,47	-2.500	8.926	7.710
4		14445,98		2268,54	-2.500	9.677	7.962
5		15312,73		2336,60	-2.500	10.476	8.208
6		16231,50		2406,69	-2.500	11.325	8.451
7		17205,39		2478,89	-2.500	12.226	8.689
8		18237,71		2553,26	-2.500	13.184	8.924
9		19331,97		2629,86	-2.500	14.202	9.155
10		20491,89		2708,75	-2.500	15.283	9.383
11		21721,41		2790,02	-2.500	16.431	9.607
12		23024,69		2873,72	-30.000	-9.849	-5.484
13		24406,17		2959,93	-2.500	18.946	10.048
14		25870,54		3048,73	-2.500	20.322	10.264
15		27422,78		3140,19	-2.500	21.783	10.478
16		29068,14		3234,39	-2.500	23.334	10.689
17		30812,23		3331,43	-2.500	24.981	10.899
18		32660,96		3431,37	-2.500	26.730	11.107
19		34620,62		3534,31	-2.500	28.586	11.313
20		36697,86		3640,34	-2.500	30.558	11.517
21		38899,73		3749,55	-2.500	32.650	11.720
22		41233,71		3862,04	-2.500	34.872	11.921
23		43707,74		3977,90	-2.500	37.230	12.121
24		46330,20		4097,23	-2.500	39.733	12.320
25		49110,01		4220,15	-2.500	42.390	12.518
						VAN (0,05) =	171.665
						TIR =	18,19%

i	VAN(i)
0	437.268
0,02	299.688
0,04	206.629
0,06	142.498
0,08	97.462
0,1	65.231
0,12	41.724
0,14	24.254
0,16	11.028
0,18	835
0,2	-7.158
0,22	-13.531
0,24	-18.691
0,26	-22.931
0,28	-26.461
0,3	-29.437

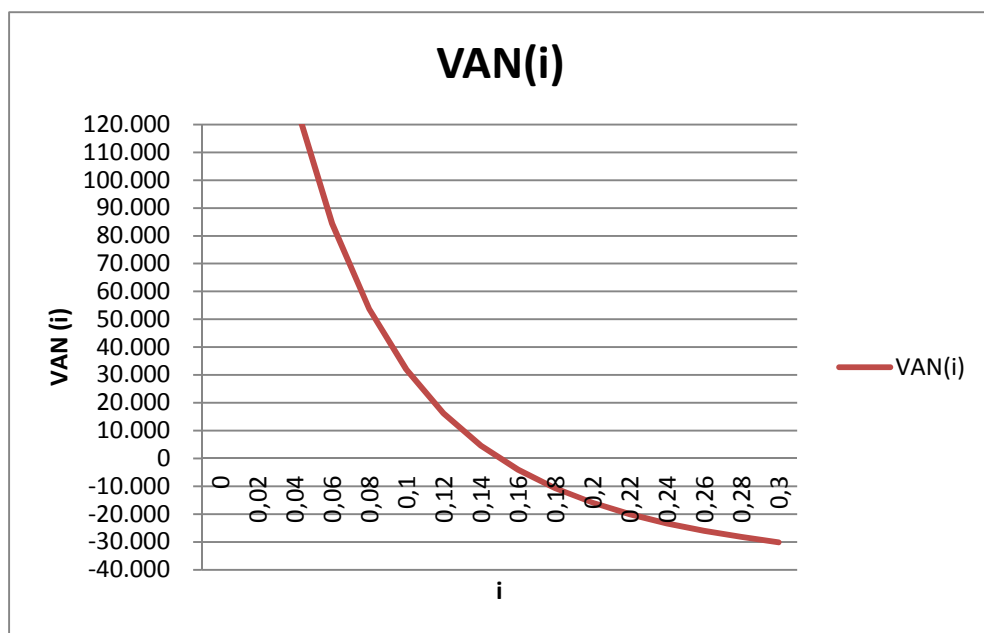


Com es pot observar el VAN quan "i=0" és de 437268 €, i en canvi quan la "i=0,20" (20%) adopta un valor negatiu, -7158 €. Per a la "i=0,05" o 5% el VAN és de 171665 €. Per al valor "i=0.18" el VAN s'anul·la, és l'anomenada TIR.

### Gasoil-Pèl·let hotel.

							i= 5%
Anys	Inversió SA	Costos Gasoil	Inversió PF	Costos Pèl·let	Manteniment Ren. Inmo. PF	Situació diferència Res. PF / SA	VA PF / SA
0	-10.000		-60.000			-50.000	-50.000
1		12262,05		6735,91	-1.200	4.326	4.120
2		12997,77		7005,35	-1.200	4.792	4.347
3		13777,63		7285,56	-1.200	5.292	4.571
4		14604,29		7576,98	-1.200	5.827	4.794
5		15480,55		7880,06	-1.200	6.400	5.015
6		16409,38		8195,27	-1.200	7.014	5.234
7		17393,95		8523,08	-1.200	7.671	5.452
8		18437,58		8864,00	-1.200	8.374	5.668
9		19543,84		9218,56	-1.200	9.125	5.882
10		20716,47		9587,30	-1.200	9.929	6.096
11		21959,46		9970,79	-1.200	10.789	6.308
12		23277,02		10369,63	-25.000	-12.093	-6.734
13		24673,65		10784,41	-1.200	12.689	6.729
14		26154,06		11215,79	-1.200	13.738	6.939
15		27723,31		11664,42	-1.200	14.859	7.147
16		29386,71		12131,00	-1.200	16.056	7.355
17		31149,91		12616,23	-1.200	17.334	7.563
18		33018,90		13120,88	-1.200	18.698	7.769
19		35000,04		13645,72	-1.200	20.154	7.976
20		37100,04		14191,55	-1.200	21.708	8.182
21		39326,04		14759,21	-1.200	23.367	8.387
22		41685,61		15349,58	-1.200	25.136	8.593
23		44186,74		15963,56	-1.200	27.023	8.798
24		46837,95		16602,10	-1.200	29.036	9.003
25		49648,22		17266,19	-1.200	31.182	9.208
							<b>VAN (0,05) = 104.403</b>
							<b>TIR = 15,00%</b>

i	VAN(i)
0	288.428
0,02	192.734
0,04	128.431
0,06	84.432
0,08	53.769
0,1	32.001
0,12	16.256
0,14	4.655
0,16	-4.052
0,18	-10.707
0,2	-15.884
0,22	-19.979
0,24	-23.271
0,26	-25.957
0,28	-28.180
0,3	-30.044



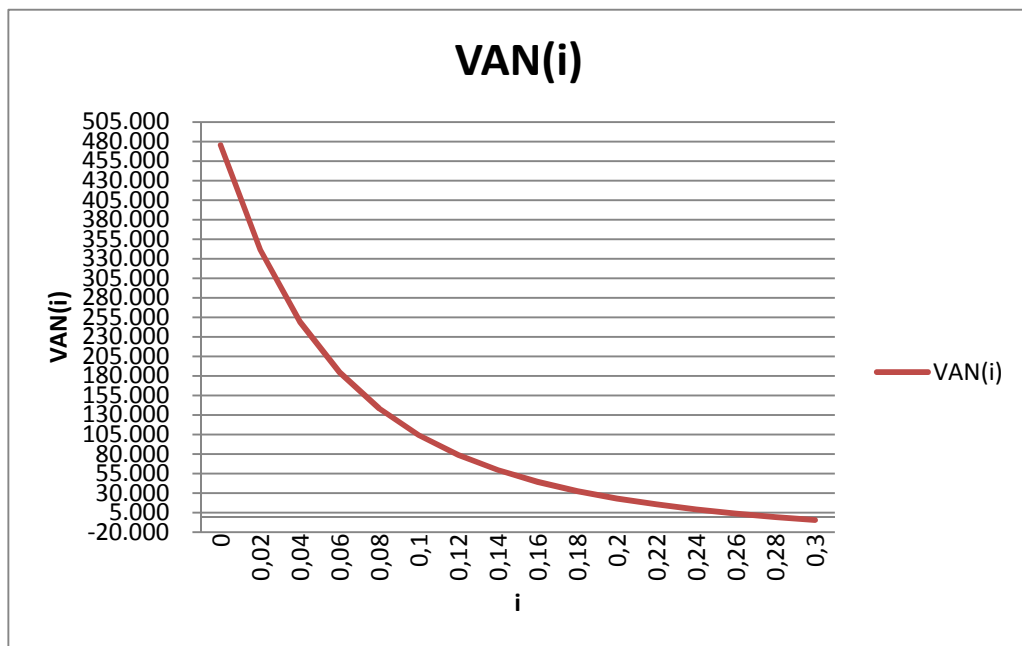
Com es pot observar el VAN quan "i=0" és de 288428 €, i en canvi quan la "i=0,16" (16%) adopta un valor negatiu, -4052 €. Per a la "i=0,05" o 5% el VAN és de 104403 €. Per al valor "i=0.15" el VAN s'anul·la, és l'anomenada TIR.



## Electricitat-Pèl·let hotel.

							i: 5%
Anys	Inversió SA	Costos Electricitat	Inversió PF	Costos Pèl·let	Manteniment Ren. Immo. PF	Situació diferència Res. PF / SA	VA PF / SA
0	-7.500		-60.000			-52.500	-52.500
1		20879,83		6735,91	-1.500	12.644	12.042
2		21715,02		7005,35	-1.500	13.210	11.982
3		22583,62		7285,56	-1.500	13.798	11.919
4		23486,97		7576,98	-1.500	14.410	11.855
5		24426,45		7880,06	-1.500	15.046	11.789
6		25403,50		8195,27	-1.500	15.708	11.722
7		26419,64		8523,08	-1.500	16.397	11.653
8		27476,43		8864,00	-1.500	17.112	11.582
9		28575,49		9218,56	-1.500	17.857	11.511
10		29718,51		9587,30	-1.500	18.631	11.438
11		30907,25		9970,79	-1.500	19.436	11.364
12		32143,54		10369,63	-25.000	-3.226	-1.796
13		33429,28		10784,41	-1.500	21.145	11.214
14		34766,45		11215,79	-1.500	22.051	11.137
15		36157,11		11664,42	-1.500	22.993	11.060
16		37603,39		12131,00	-1.500	23.972	10.982
17		39107,53		12616,23	-1.500	24.991	10.904
18		40671,83		13120,88	-1.500	26.051	10.825
19		42298,70		13645,72	-1.500	27.153	10.745
20		43990,65		14191,55	-1.500	28.299	10.666
21		45750,28		14759,21	-1.500	29.491	10.586
22		47580,29		15349,58	-1.500	30.731	10.505
23		49483,50		15963,56	-1.500	32.020	10.425
24		51462,84		16602,10	-1.500	33.361	10.344
25		53521,35		17266,19	-1.500	34.755	10.263
VAN (0,05) =							214.215
TIR =							27,78%

i	VAN(i)
0	475.536
0,02	341.619
0,04	249.387
0,06	184.577
0,08	138.112
0,1	104.128
0,12	78.778
0,14	59.503
0,16	44.574
0,18	32.805
0,2	23.372
0,22	15.692
0,24	9.350
0,26	4.041
0,28	-456
0,3	-4.307

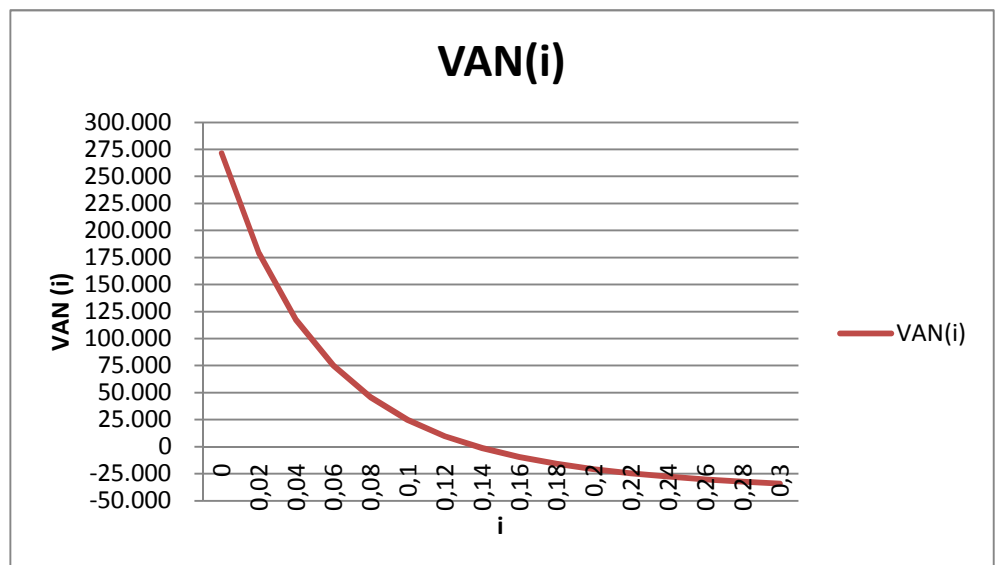


Com es pot observar el VAN quan "i=0" és de 475536 €, i en canvi quan la "i=0,28" (28%) adopta un valor negatiu, -456 €. Per a la "i=0,05" o 5% el VAN és de 214215 €. Per al valor "i=0.27" el VAN s'anul·la, és l'anomenada TIR.

### Gas natural-Pèl·let hotel.

							i=5%
Anys	Inversió SA	Costos Gas natural	Inversió PF	Costos Pèl·let	Manteniment Ren. Immo. PF	Situació diferència Res. PF / SA	VA PF / SA
0	-7.500		-60.000			-52.500	-52.500
1		12129,12		6735,91	-1.500	3.893	3.708
2		12856,87		7005,35	-1.500	4.352	3.947
3		13628,28		7285,56	-1.500	4.843	4.183
4		14445,98		7576,98	-1.500	5.369	4.417
5		15312,73		7880,06	-1.500	5.933	4.648
6		16231,50		8195,27	-1.500	6.536	4.877
7		17205,39		8523,08	-1.500	7.182	5.104
8		18237,71		8864,00	-1.500	7.874	5.329
9		19331,97		9218,56	-1.500	8.613	5.552
10		20491,89		9587,30	-1.500	9.405	5.774
11		21721,41		9970,79	-1.500	10.251	5.993
12		23024,69		10369,63	-25.000	-12.345	-6.874
13		24406,17		10784,41	-1.500	12.122	6.428
14		25870,54		11215,79	-1.500	13.155	6.644
15		27422,78		11664,42	-1.500	14.258	6.859
16		29068,14		12131,00	-1.500	15.437	7.072
17		30812,23		12616,23	-1.500	16.696	7.284
18		32660,96		13120,88	-1.500	18.040	7.496
19		34620,62		13645,72	-1.500	19.475	7.707
20		36697,86		14191,55	-1.500	21.006	7.917
21		38899,73		14759,21	-1.500	22.641	8.127
22		41233,71		15349,58	-1.500	24.384	8.336
23		43707,74		15963,56	-1.500	26.244	8.544
24		46330,20		16602,10	-1.500	28.228	8.753
25		49110,01		17266,19	-1.500	30.344	8.961
VAN (0,05) =							94.287
TIR =							13,74%

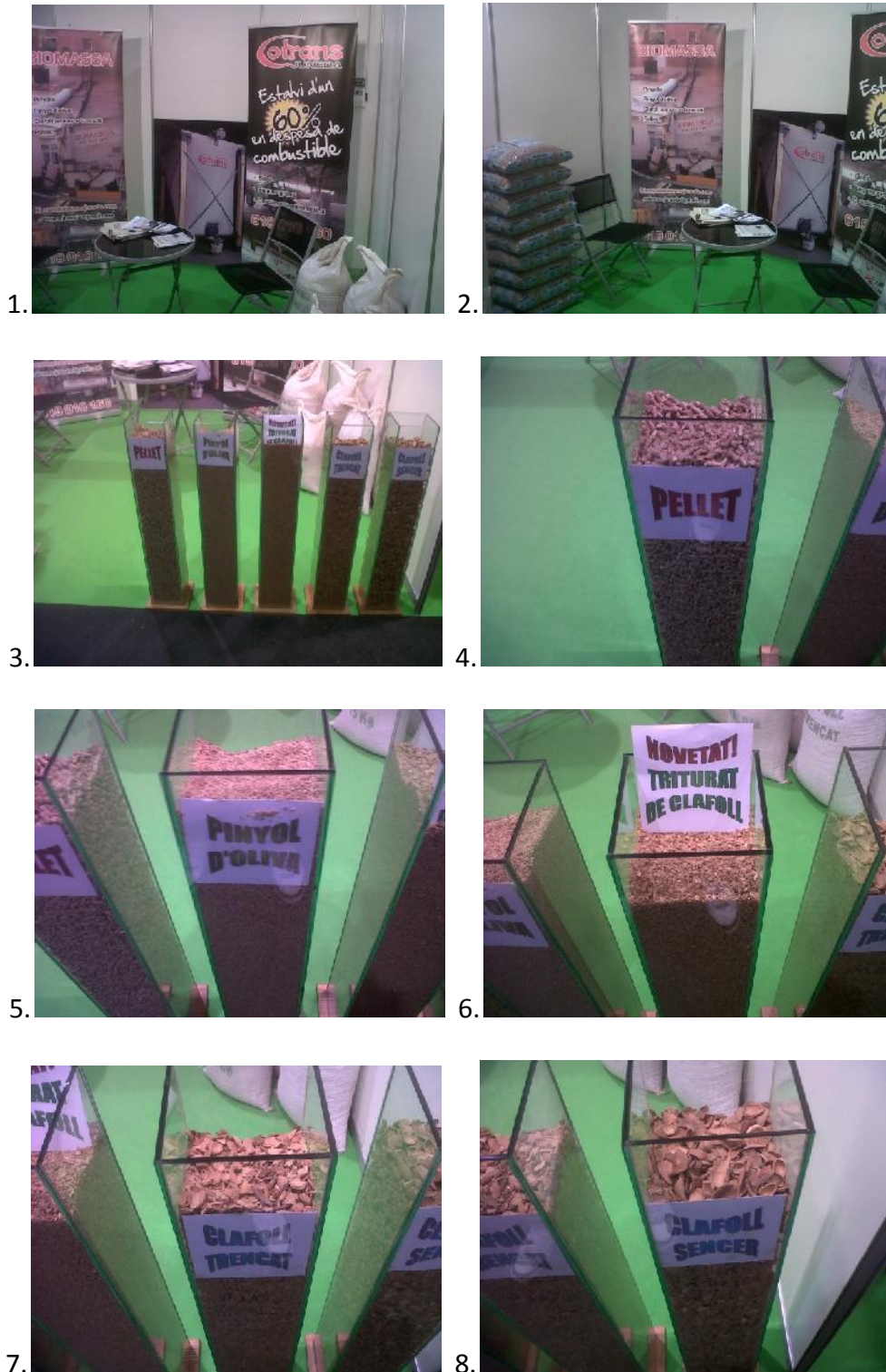
i	VAN(i)
0	271.435
0,02	179.243
0,04	117.377
0,06	75.111
0,08	45.704
0,1	24.866
0,12	9.824
0,14	-1.237
0,16	-9.521
0,18	-15.838
0,2	-20.741
0,22	-24.611
0,24	-27.716
0,26	-30.244
0,28	-32.333
0,3	-34.080



Com es pot observar el VAN quan "i=0" és de 271435 €, i en canvi quan la "i=0,14" (14%) adopta un valor negatiu, -1420 €. Per a la "i=0,05" o 5% el VAN és de 94287 €. Per al valor "i=0,13" el VAN s'anul·la, és l'anomenada TIR.

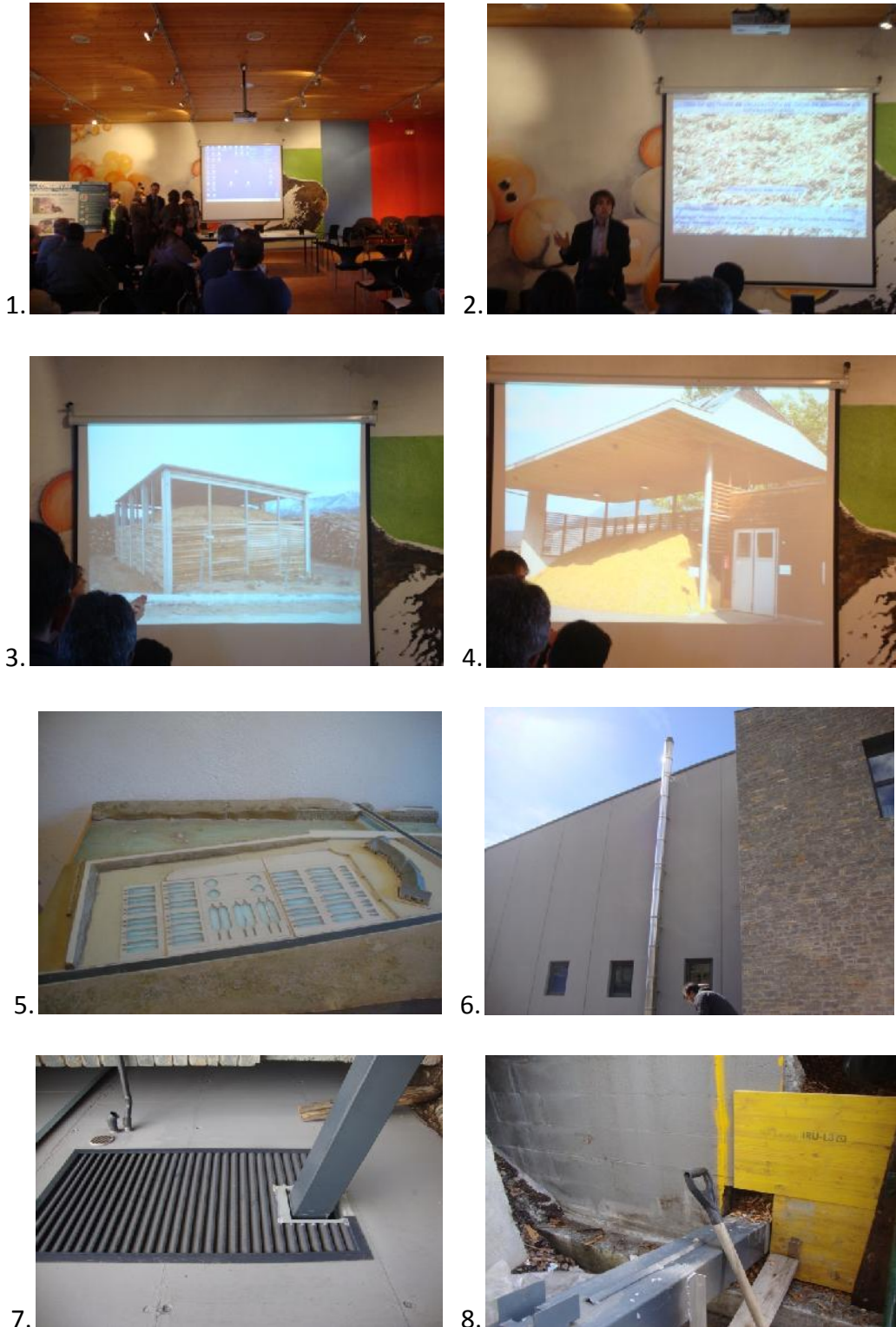
## 7.2 Fotografies fetes durant les visites als principals esdeveniments a Catalunya.

### 7.2.1 Fira de l'oli de Borges blanques.



En les fotografies 1 i 2 es pot veure la parada de Cotrans Juneda en les instal·lacions de la fira de l'oli de Borges, en les fotografies 3,4,5,6,7 i 8 s'observen els diferents tipus de combustibles de biomassa que comercialitzen, dels quals me'n van deixar endur una mostra.

### 7.2.2 Jornades de la biomassa el Pont de Suert.





En les primeres 4 fotografies es pot veure la sala on es varen fer les diferents ponències durant les Jornades de Biomassa al Pont de Suert, la fotografia 5 plasma les instal·lacions del Centre Piscícola Ribagorçana en miniatura. Les fotografies 6,7 i 8 són de la sitja i la xemeneia de la caldera d'estella de la piscina del Pont de Suert.

### 7.2.3 II Fira de la Biomassa a Catalunya, Vic.



En les primeres fotografies es pot apreciar el dia tan gèlid que va ser el 24 de febrer del 2013, l'arribada a les instal·lacions de la Fira i les primeres parades de les diferents empreses participants.





15.



16.



17.



18.



19.



20.



Les fotografies 7-20 són ja preses en l'interior de la II Fira de la Biomassa de Catalunya, diferents tipus de calderes de biomassa, maquinària, combustibles varis i anuncis de tota mena relacionats amb l'energia verda i els seus aprofitaments.





Les fotografies 21 i 22 són mostres de combustibles i tipus de fusta que venien les empreses comercialitzadores de biomassa.

Finalment es poden observar les figures amb motoserra que van fer uns quants especialistes durant l'últim dia de la Fira.

## 7.2.4 Butlletes publicitatàries II Fira de biomassa de Catalunya, Vic.

- 

Tu tries: generes o pagues?  
Sigueu independent de les companyies elèctriques amb energia renovable i no contaminant.

Encara no has canviat d'endoll?

L'autoconsum fotovoltaic permet fer front a l'augment continuat de preus de l'electricitat i elèctric, sense de la dependència energètica de l'estat espanyol.

**SOLnet 2000**
- 

**Karzo elèctrica**

Al teu moment i al teu lloc. La Karzo elèctrica és el teu moment i el teu lloc. La Karzo elèctrica és el teu moment i el teu lloc.

**Avantatges de l'Autoconsum fotovoltaic**

Energia senyal

  - ✓ El cost de l'energia és 0
  - ✓ Energia renovable i no contaminant
  - ✓ Fomenta el desenvolupament econòmic
  - ✓ És una inversió segura i de gran rendiment
  - ✓ És una solució a mida de cada projecte i de cada client

Tu tries: generes o pagues?  
Per a particulars i empreses

**SOLnet 2000**
- 

**ENERGIES RENOVABLES**

**ENERGIA RENOVABLE**

  - ENERGIA SOLAR
  - ENERGIA EÒLICA
  - ENERGIA HIDRÀULICA
  - ENERGIA GEOTÈRMICA
  - ENERGIA DE BIODIESEL
  - ENERGIA DE BIODIESEL
  - ENERGIA DE BIODIESEL

**BIOCOMBUSTIBLES**

PEL·LETS

BIOMASSA

CEL·LEULES

CEL·LEULES

CEL·LEULES

**SERVEIS**

ANÀLISI DE VIABILITAT

ANÀLISI DE VIABILITAT

ANÀLISI DE VIABILITAT

**BIOT**
- 

**INGENYERIA DE FOREST I BIOINGENYERIA**

**PROJECTES I INSTAL·LACIONS DE BIOMASSA**

**BIOT**

**energia renovable**

**ENERGIES RENOVABLES**

**BIOCOMBUSTIBLES**

**INGENYERIA FORESTAL**

**ASSESSORIA TÈCNICA**
- 

**Cadena de custòdia**

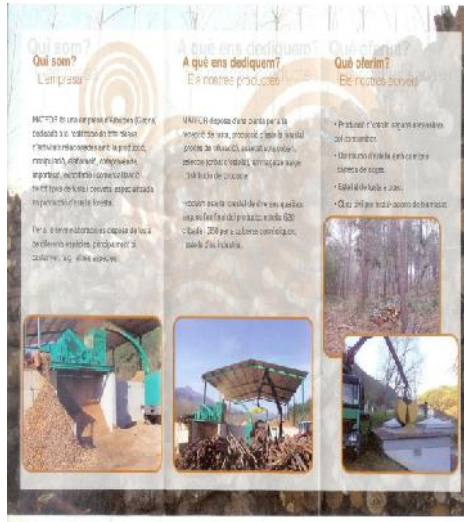
**PEFC, garantia d'economia sostenible**

**PEFC Catalunya**
- 

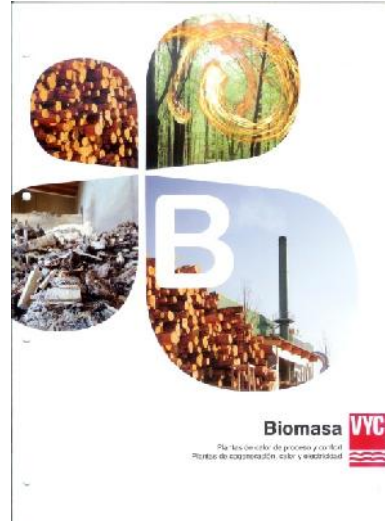
**ENERFUST XXI**

**PLANTA DE COGENERACIÓ AMB ESTELLA FORESTAL**





7.



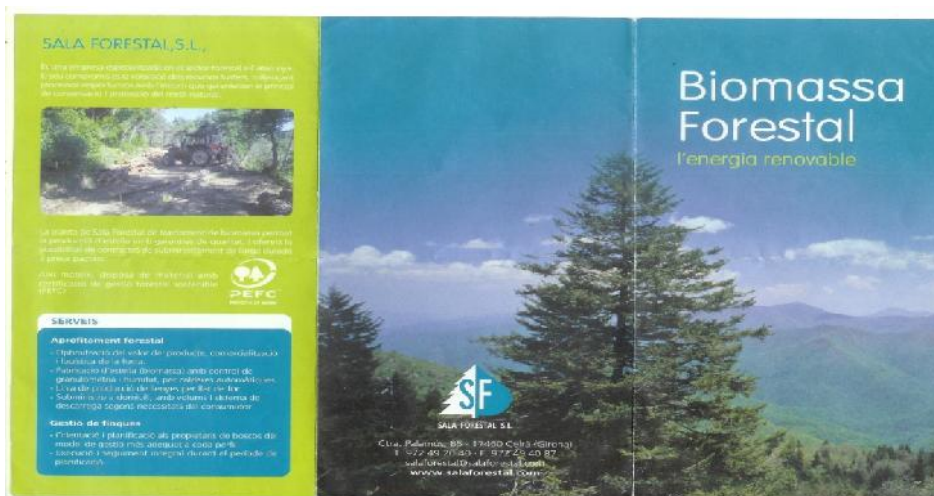
8.



9.



10.



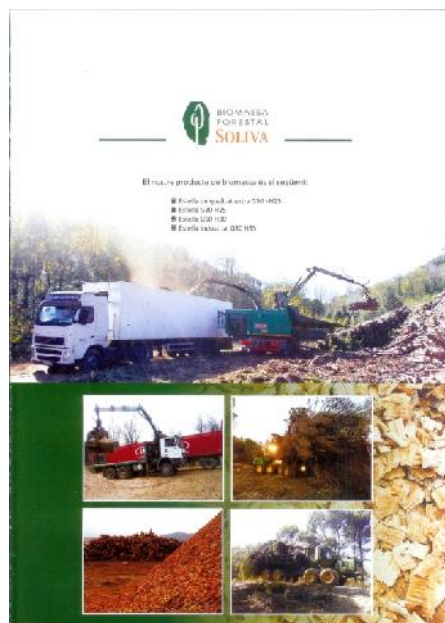
11.



12.



13.



14.

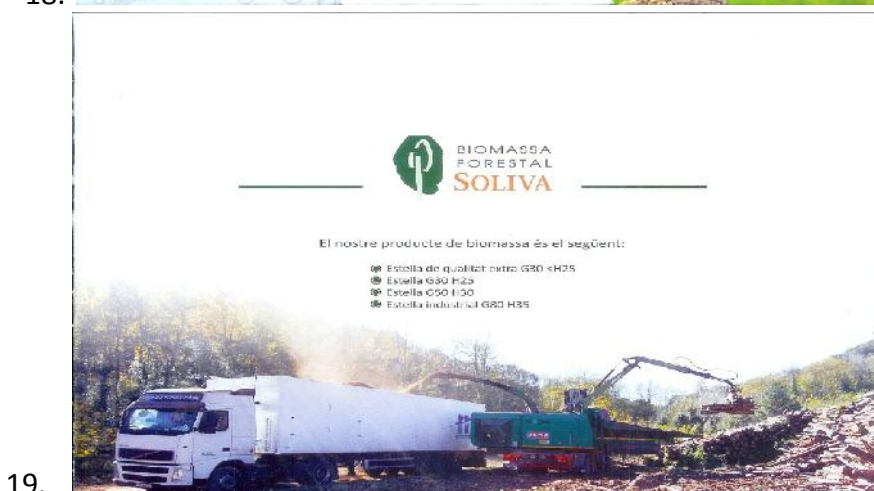


15.



16.





Les fotografies dels butlletins publicitaris varen ser fetes durant la visita a la II Fira de la Biomassa a Catalunya i fan un petit resum dels diferents tipus d'empreses que s'hi podien trobar.